

Laatu – Kuljetusvirheet (KYVA)

Liisa Hepola

Kone- ja tuotantotekniikan opinnäytetyö
Tuotantotekniikka
Insinööri (AMK)

KEMI 2014

ALKUSANAT

Opinnäytetyö tehtiin Outokummun Tornion tehtaan kylmävalssaamon kuljetus- ja lähetytysorganisaatiolle. Haluan kiittää koko organisaatiota positiivisesta ja kannustavasta ilmapiiristä ja opiskelujeni aikana tarjotuista työmahdollisuuksista.

Kiitos myös työn toimeksiantajalle ja työn valvojalle Kimmo Rääville mielenkiintoisesta aiheesta sekä Mari-Selina Kantaselle työn ohjauksesta.

Erityiskiitokset kuuluvat kuljetus- ja lähetytysorganisaation, leikkauslinjojen pinnantarkastuksen ja nosturihuollon henkilöstölle. Heidän asiantuntevat näkemyksensä olivat korvaamattomana apuna työtä tehdessäni. Tahdon kiittää vielä erikseen nosturihuoltoa hyvin sujuneesta yhteistyöstä ja avusta toimenpiteiden toteutuksessa.

Lisäksi suuri kiitos perheelleni ja ystävilleni, jotka ovat kannustaneet minua opiskelujeni aikana.

Torniossa huhtikuussa 2014,

Liisa Hepola

TIIVISTELMÄ

LAPIN AMMATTIKORKEAKOULU, Tekniikka

Koulutusohjelma:	Kone- ja tuotantotekniikka
Opinnäytetyön tekijä:	Liisa Hepola
Opinnäytetyön nimi:	Laatu - Kuljetusvirheet (KYVA)
Sivuja (joista liitesivuja):	67 (5)
Päiväys:	30.4.2014
Opinnäytetyön ohjaajat:	Käyttöinsinööri Kimmo Räävi DI Mari-Selina Kantanen
<p>Opinnäytetyö on tehty Outokumpu Stainless Oy:n kylmävalssaamo 1:lle. Työn tavoitteena oli kuvata kuljetus- ja lähetysalueen laadun tekemisen nykytila ja kartoittaa kuljetusvirheiden laadun parantamiseen tähtäävät tärkeimmät kehittämiskohteet työ- ja käyttäjäkierrosohjeiden sekä mekaniikan osalta. Kuljetusvirheiden lisäksi työ kattaa myös prosessivirheen 320. Työssä käsiteltiin ainoastaan neljää yleisintä kuljetusvirhettä 420,421,424 ja 429. Painopiste oli rullan sisäkehävirheen (420) tarkastelussa, sillä se on kuljetusvirheistä yleisin ja alueen suurin laatukustannusten aiheuttaja.</p> <p>Työn aihe valikoitui aiheen ajankohtaisuuden vuoksi. Rullan sisäkehävirheiden (420) määrät olivat lähteneet kasvuun vuoden 2012 aikana. Tämän yhden virheen kasvu vaikutti koko alueen laatukustannuksiin merkittävästi. Tavoitteena oli kartoittaa alueen laadun kehittämiskohteet erityisesti virheen 420 osalta, jotta laatukustannukset saataisiin palautettua normaalitasolle.</p> <p>Työ aloitettiin tutustumalla kuljetusvirheiden historiatietoihin, joiden perusteella saatiin kokonaiskäsitys virhemäärien kehityksestä kylmävalssaamolla. Kuljetusvirheiden ja erityisesti 420-virheiden vuoksi romutettuja rullia kuljettaneita nostureita selvitettiin materiaalisiirron kuljetus- ja varastointijärjestelmän (MAKUVA) avulla, jotta ongelmakohtiin päästiin käsiksi. Lisäksi tutustuttiin leikkauslinjoilla tapahtuvaan pinnantarkastuksen toimintaan eniten 420-virheitä romuttaneilla linjoilla. Korvaamattomana apuna olivat lukuisat keskustelut kuljetus- ja lähetysalueen, leikkauslinjojen sekä nosturihuollon henkilöstön kanssa.</p> <p>Työn tuloksena saatiin selville kuljetus- ja lähetysalueen keskeisimmät laadun tekemisen kehityskohteet ja ymmärrys miten ja miksi virheitä pääsee syntymään. 420-virheen osalta tehtiin myös merkittäviä korjaavia toimenpiteitä virheiden vähentämiseksi. Kaiken kaikkiaan kuljetusvirheiden kasvu paljastui monen tekijän summaksi, mutta tärkeimmät syyt saatiin poimittua ja niihin puututtua.</p>	
Asiasanat: laatu, laatuvirhe, materiaalisiirto, siltanosturi.	

ABSTRACT

LAPLAND UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES, Technology

Degree programme:	Mechanical and Production Engineering
Author:	Liisa Hepola
Thesis title:	Quality- Transport Errors (Cold Rolling Mill)
Pages (of which appendixes):	67 (5)
Date:	30. Huhtikuu 2014
Thesis instructor(s):	Kimmo Räävi, Section Manager Mari-Selina Kantanen, MSc (Tech.)
<p>This thesis was made for Outokumpu Stainless Oy Cold Rolling Mill 1. The main aim was to describe the current quality of the transport and dispatch section and also to map and identify the main areas for improvement concerning the possible decrease of the errors, especially with regard to the user manuals and mechanics. In addition to the transport errors the work also covers the process error 320. The thesis only deals with the four most common transport errors: 420,421,424 and 429. The focus was on the review of the damage of the inner circle (420) as it is the most common transport error and the biggest cause for quality costs.</p> <p>The topic was chosen because of its topicality as the errors concerning the damage of the inner circle had started to increase in 2012. The increase of this particular mistake affected the growth of the quality costs in the entire area significantly. The aim was to map the targets for improving the quality in the area, in particular with regard to the error 420, so that the quality costs could be restored back to the normal level.</p> <p>The work began with getting acquainted with the historical data regarding the transport errors, which resulted in a general impression of the development of the error volume in the cold rolling mills. The cranes which had transported the rolls damaged by transport errors and especially the 420 errors were examined with the help of the transport and storing system of the materials transportation (MAKUVA). This in turn enabled the accessing of the problem areas. In addition, I acquainted myself with the functions of the surface inspection in the finishing lines before I moved onto the lines which had caused the 420 errors the most. The numerous discussions I had with the staff members in the transport and dispatch section and in both the finishing line and the crane maintenance proved to be indispensable.</p> <p>As a result, the key areas for improving the quality in the transport and dispatch section and an understanding why and how the errors occur were found. When it comes to the 420 error, significant improving measures were done in order to decrease the errors. All in all, the increase of the transport errors proved to be a sum of many factors, but the most important causes were found and dealt with.</p>	
Keywords: quality, quality error, material transportation, overhead crane.	

SISÄLLYS

ALKUSANAT.....	2
TIIVISTELMÄ.....	3
ABSTRACT	4
SISÄLLYS	5
KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET.....	7
1 JOHDANTO.....	9
2 OUTOKUMPU	11
2.1 Tornion tehtaat	11
2.2 Kylmävalssaamo 1	12
2.3 Kuljetus- ja lähetysalue.....	14
2.4 Pinnantarkastus	16
3 LAATU	19
3.1 Outokumpu laaduntekijänä	20
3.1.1 Laatupolitiikka.....	21
3.1.2 Laatujohtaminen	22
3.1.3 Laadun hallinta	24
3.2 Laatuvirheet	24
3.2.1 Kuljetusvirheet	25
3.3 Laatumuutokset	28
4 KULJETUSVIRHEIDEN NYKYTILAN KUVAUS JA KEHITYSMAHDOLLISUUDET	31
4.1 Rullan sisäkehävirhe 420	31
4.1.1 Manuaalinosturit.....	34
4.1.2 Automaattinosturit	36
4.1.3 Välipaperi	40
4.1.4 Pinnantarkastus.....	41
4.1.5 Tuotantolinjojen toiminta	42
4.1.6 Satama	43

4.1.7	Vihivaunut	44
4.1.8	Johtopäätökset ja jatkotoimenpiteet.....	45
4.2	Rullan ulkokehävirhe 421	46
4.3	Ruoste 424	49
4.3.1	Johtopäätökset ja jatkotoimenpiteet.....	52
4.4	Osa rullien varastointijäljet 429 ja soljen painaumat 320	52
5	POHDINTA	57
LÄHTEET		60
LIITTEET		61

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

ASN	automaattisiltanosturi
BCAUT	automaattivarasto
FGAUT	automaattivarasto
HA	halkaisulinja
HA6IN	automaattivarasto
HA6OUT	automaattivarasto
HP	hehkutus- ja peittauslinja
KA	katkaisulinja
KIPA	kierrätys- ja paloittelulaitos
KUVA	kuumavalssaamo
KYVA 1	kylmävalssaamo 1
MAKUVA	materiaalsiirron kuljetus- ja varastointijärjestelmä
Masi-valvoja	materiaalinsiirron valvoja
N	manuaalisiltanosturi, esim. N10 (nosturi nro 10)
OSPAUT	automaattivarasto
RAP 5	kylmävalssaamo 2
RETU	kylmävalssaamon reaaliaikainen tuotannonohjausjärjestelmä
Romu	lopputuotteeksi kelpaamaton materiaali tai tavanomaisesta poikkeava prosessimateriaali
Romutus	poikkeavalle prosessimateriaalille tehtävä toimenpide, joka estää sen alkuperäisen käyttötarkoituksen
RVV	rullavihivaunu
SZ	Sendzimir- valssain
TVV	tuurnavihivaunu
VV	viimeistelyvalssain
VV2AUT	automaattivarasto
2-laatu	lopputuotemateriaali, joka laatusyistä joudutaan myymään alennetulla hinnalla
320	soljen painauma, prosessivirhe
420	rullan sisäkehävirhe, nosturin kädälän jälki, kuljetusvirhe

421	rullan ulkokehävirhe, kuljetusvirhe
424	ruoste, kuljetusvirhe
429	osarullan varastointijäljet ja naarmut, kuljetusvirhe

1 JOHDANTO

Outokumpu on maailman johtava ruostumattoman teräksen valmistaja, joka tunnetaan korkeasta laadusta ja luotettavuudesta. Merkittävä osa Outokumpua on Tornion terästehtas, joka on maailman integroiduin ruostumattoman teräksen tuotantolaitos. Tornion tehtaiden valmistusprosessiin kuuluu kaksi kylmävalssaamoja, joiden kapasiteetti on yli miljoona tonnia vuodessa. Kylmävalssatut tuotteet vaativat useita eri työvaiheita ennen valmistumistaan valmiiksi tuotteeksi ja siten myös edellyttävät laadukasta materiaalin siirtoa. (Outokummun sisäinen intranet, hakupäivä 13.1.2014; Wallén. 2010).

Opinnäytetyön aihe valittiin ajankohtaisuutensa vuoksi. Laadunseuranta on oleellinen osa Outokummun tuotantoa ja jokaiselle osastolle on asetettu konkreettiset laaduntuotokykymittarit raja-arvoineen. Kuljetus- ja lähetysalueen laatuvirheet, kuljetusvirheet, ovat muutaman viime vuoden aikana kasvaneet selkeästi. Aihevalinta oli luonteva jatkumo minulle, sillä olen työskennellyt kaikki opiskeluaikani kesäloimat kuljetus- ja lähetysorganisaatiossa.

Työn tarkoituksena oli kuvata kuljetus- ja lähetysalueen laadun tekemisen nykytila sekä kartoittaa ja dokumentoida kuljetusvirheiden laadun parantamiseen tähtäävät tärkeimmät kehittämiskohteet työ- ja käyttäjäkierrosohjeiden sekä mekaniikan osalta. Kuljetusvirheiden lisäksi työ kattaa myös prosessivirheen 320, soljen painaumat. Lisäksi tehtävänä oli selvittää sisäisten ja ulkoisten kuljetusmuotojen aiheuttamien laatuvirheiden variaatiot huomioiden eri kuljetusreittivaihtoehdot, esim. osastojen välinen liikennöinti.

Työn tavoitteena oli antaa selkeä kuva siitä, miten työtavat lisäävät tai vähentävät virheiden muodostumista. Eräänä tavoitteena oli myös yhtenäistää työpisteiden ja vuorojen toimintatapoja.

Työ painottui rullan sisäkehävirheen (420) tutkimiseen, sillä virhemäärät olivat nousseet merkittävästi viime aikoina. Työ aloitettiin kartoittamalla sisäkehävirheiden vuoksi romutettujen teräsnauhojen yhteisiä tekijöitä, kuten romuttavat linjat, materiaalin paksuus

ja teräslaatu sekä rullia käsitelleet nosturit. Lukuisat keskustelut leikkauslinjojen, pin-
nantarkastuksen ja kuljetus- ja lähetysorganisaation sekä nosturihuollon henkilöstön
kanssa olivat hyvin tärkeitä opinnäytetyöni onnistumisen kannalta. Sulkemalla pois vir-
heiden mahdollisia aiheuttajia päästiin vähitellen todellisiin ongelmiin käsiksi.

2 OUTOKUMPU

Outokumpu perustettiin Suomessa 1930-luvulla. Tänä päivänä se toimii yli 40 maassa koko maailmassa. Yhtiöllä on yhä toimintaa Suomessa, missä sillä on integroitu ruostumattoman teräksen tuotantolaitos Torniossa sekä kromikaivos Kemissä. Outokummun pääkonttori sijaitsee Espoossa ja yksi sen myyntikonttoreista Jyväskylässä. Vuosien varrella Outokumpu on kehittynyt metalli- ja kaivosyhtiöstä ruostumattoman teräksen markkinajohtajaksi. (Outokummun sisäinen intranet, hakupäivä 13.1.2014).

Vuonna 2012 Outokumpu osti Thussen Kruppin ruostumattoman teräksen yksikön, Inoxumin. Näin syntyi maailman suurin ruostumattoman teräksen valmistaja. Tuotanto toimii globaalisti ja laaja myyntiverkosto kattaa kaikki viisi mannerta. Uusi Outokumpu jaettiin viiteen liiketoiminta-alueeseen Stainless Coil Americas, Stainless APAC, High Performance Stainless and Alloys (HPSA) ja Stainless Coil EMEA Euroopassa. EMEA on viidestä liiketoiminta-alueesta suurin. Se muodostaa lähes puolet Outokummun koko liikevaihdosta ja työllistää noin 7200 henkilöä. Tuotantoyksiköt muodostavat kilpailukyvyyn perustan EMEA- alueella. Tornion integroitu terästehdas, joka kuuluu maailman suurimpiin ja kustannustehokkaimpiin tuotantolaitoksiin, keskittyy korkeavolyymisiin austeniittisiin ja ferriittisiin laatuihin. Saksan tuotantoyksiköt keskittyvät enemmän räätelöityjen ferriittisten ja austeniittisten laatuja, kuten kiiltohehkutettujen, tuotantoon. (Outokummun sisäinen intranet, hakupäivä 13.1.2014).

2.1 Tornion tehtaas

Outokummun Tornion tehtaas on maailman integroiduin ruostumattoman teräksen tuotantolaitos. Samalla tehdasalueella sijaitsee uusi ferrokromitehdas sekä kaikki terästuoannon osastot: terässulatto, kuumavalssaamo ja kylmävalssaamo. Lisäksi tehdasalueella on satama, jonka kautta viedään Tornion tehtaasien tuotteita markkinoille ja tuodaan raaka-aineita tehtaalle. Tornion tehtaasiin kuuluu myös Keminmaassa sijaitseva Kemin kaivos, joka takaa ruostumattoman teräksen tärkeimmän raaka-aineen, kromin, saannin

pitkälle tulevaisuuteen. Kromi on raaka-aine, joka tekee teräksestä ruostumattoman, ja sen lisäksi Tornion tehtaiden merkittävin raaka-aine on kierrätysteräs, jota on valmiista tuotteesta keskimäärin yli 80 prosenttia. (Outokummun sisäinen intranet, hakupäivä 13.1.2014).

Tornion tehdasalueen pinta-ala on hieman yli 600 hehtaaria, josta rakennettuja kerrosne-liömetrejä on yli 56 hehtaaria. Tornion tehtaiden henkilöstömäärä on noin 2 150, minkä lisäksi tehdasalueella työskentelee päivittäin urakoitsijoiden ja yhteistyökumppaneiden työntekijöitä noin 300 henkilöä. (Outokummun sisäinen intranet, hakupäivä 13.1.2014).

2.2 Kylmävalssaamo 1

Kuumavalssatut mustat teräsnauhat kuljetetaan rullankuljetusautolla hehkutus- ja peit-tauslinja 3:lle (HP3). Hehkutusuunissa nauha hehkutetaan 1050–1150°C:ssa, jolloin sen mikrorakenne tasaantuu ja kuumavalssauksessa syntynyt oksidikerros muuttuu hel-pommin poistettavaksi. Tämän jälkeen nauha jäähdytetään ja puhdistetaan mekaanisesti kuulapuhalluksella ja lopuksi nauhan pinnasta poistetaan loput oksidikerroksesta elekt-rolyytti-sekahappopeittauksella. Esihehkutus- ja peittausprosessissa kuumanauhan pinta muuttuu mustasta kirkkaaksi. Osa kuumanauharullista lähetetään suoraan leikkauslin-joille ja sieltä pakkauksen kautta asiakkaille. Muut rullat toimitetaan kylmävalssattavik-si loppumittaan ja nauhat, joissa on havaittu vakavia pintavirheitä, menevät nauhahion-talinjalle korjaushiontaan. (Outokummun sisäinen intranet, hakupäivä 13.1.2014).

HP3:n esihehkutuksen jälkeen rulla lähetetään kylmävalssaamon kolmelle rinnakkain toimivalle Sendzimir- valssaimelle. Niiden avulla nauha saavuttaa tilauksen mukaisen loppupaksuuden. Kylmävalssauksessa nauhaa voidaan ohentaa korkeintaan 80 % alku-paksuudesta, teräksen laadusta riippuen. Mahdolliset pintavirheet poistetaan taas nauha-hiontalinjassa ja osa tuotenauhoista lähtee tässä vaiheessa asiakkaille. (Outokummun sisäinen intranet, hakupäivä 13.1.2014).

Kylmävalssattu teräsnauha käsitellään loppu hehkutus- ja peittäuslinjoissa HP1, HP2 ja HP4. Näiden toimintaperiaate on muuten sama kuin HP3, mutta ilman kuulapuhallusta. Osa kylmävalssatuista rullista valssataan vielä viimeistelyvalssin 1:llä tai 2:lla. Viimeistelyvalssauksella voidaan parantaa nauhan tasomaisuutta ja sileyttä. (Outokummun sisäinen intranet, hakupäivä 13.1.2014).

Tämän jälkeen rullat voivat mennä venytysoikaisuun, hionta- tai harjauslinjoille ja lopuksi leikkauslinjoille, jossa nauhat leikataan haluttuun mittaan, joko kapeammiksi kaistoiksi tai levyiksi. Halkaisulinjoja on Torniossa neljä, HA1, HA2, HA4 ja HA 6. Katkaisulinjoja on kolme, KA1, KA2 ja KA3. Ennen leikkausta jokaisella leikkauslinjalla tarkastetaan vielä viimeisen kerran teräsnauha mahdollisista pintavirheistä. Tämän jälkeen tuotteet pakataan joko automaattisessa levyn pakkauksessa (ALP) tai automaattisessa rullanpakkauslinjassa (ARP). Tuotteita voidaan pakata myös käsin. Pakattu lopputuote lähetetään korkeavarastoon kuljettimia pitkin tai manuaalisesti väliahalliin, riippuen paketin koosta. Korkeavarastoon ja väliahalliin toimitetut paketit lähtevät asiakkaille lähettämön kautta, joko rekkaan, konttiin tai junavaunuun lastattuna. Laivakontit kuljetetaan Röyttän satamaan, jossa ne lastataan laivoihin ja toimitetaan asiakkaille tai jatkokäsittelyyn Terneuzenin yksikköön Hollantiin. (Outokummun sisäinen intranet, hakupäivä 13.1.2014).

Kylmävalssaamon prosessikaavioon (Kuva 1) merkityt nuolet kuvaavat materiaalsiirtoa. Rullien ja levyjen siirtely kylmävalssaamo 1:n sisällä tapahtuu vihivaunujärjestelmän, siltanostureiden, trukkien, korkeavaraston avulla sekä osastoiden ja sataman välillä liikennettä hoidetaan lavettikuorma-autoilla. (Wallén 2010).

Alueen alaisuudessa toimii kahdeksan (8) miehitettyä siltanosturia sekä kuusi (6) automaattisiltanosturia (ASN), jotka yhdessä vastaavat linjojen palvelemisesta kylmävalssaamolla. Nosturit ovat siis osaltaan hyvin tärkeässä roolissa koko kylmävalssaamon tuotantoketjussa. Materiaalinsiirtokartasta (Liite 1) näkee, kuinka nosturit ovat kylmävalssaamolle sijoittuneet. Automaattinosturit työskentelevät suurimmissa rullavarastoissa. ASN13 ja ASN16 toimivat FGAUT- varastossa, OSPAUT- varastossa sekä VV2AUT-varastossa. ASN 17 palvelee BCAUT- varastoa, ASN12 HP4AUT-varastoa, ASN11 SZ3:n varastoa ja ASN22 toimii HA6:n varastoissa. Lisäksi alueen vastuulle kuuluu kahdeksan (8) huoltonosturia, jotka ovat myös sijoitettuna karttaan.

Koska nosturit yksin eivät pysty suoriutumaan materiaalin siirrostä, otettiin vuonna 1995 kylmävalssaamolla käyttöön vihivaunujärjestelmä. Vihivaunu (AGV eli automated guided vehicle) on automaattitrucki, joka siirtää ennalta määrättyjä reittejä pitkin tavaraa paikasta toiseen varastoissa, teollisuuslaitoksissa tms. paikoissa, jotka on muutenkin pitkälti automatisoitu. Outokummulla vihivaunujen ohjaus perustuu induktiiviseen lan-kaohjaukseen. Rullavihivaunuja on 13 kpl ja tuurnavihivaunuja kolme (3) kappaletta. Vihivaunureittejä kylmävalssaamolla on yhteensä noin 4 km edestä. Muutama vuosi sitten käynnistettiin vihivaunujen modernisointiprojekti, jonka tarkoituksena on muuttaa kaikkien vaunujen ohjaus laserpaikannukseen pohjautuvaksi. Tällä hetkellä kaikki tuurnavaunut ovat jo läpikäyneet modernisointiprosessin. Uusi ohjausmenetelmä luo luonnollisesti lisähaasteita laadukkaan materiaalin siirron ylläpitämiseen.

Materiaalin siirtoon kuuluu olennaisena osana myös erilaiset trukit. Trukeilla on useita eri käyttötarkoituksia kylmävalssaamolla. Viidessä vuorossa toimivat vuorotrukkit (2kpl) huolehtivat erilaisten tarveaineiden, kuten välipaperi, rulla- ja levyalustat, kuljetuksista. Lähettämön trukit (7kpl) lastaavat tuotteet autoihin, kontteihin ja juniin. 42t trucki (SMV) hoitaa isojen rullien siirtoja mm. käsirullanpakkauksen ja lähettämön välillä sekä kuumavalssaamon ja sataman välillä yhteistyössä rullalavettiautojen kanssa. Päivävuorossa on SMV- trukin lisäksi kolme päivätrukkia, joista yksi hoitaa välipaperivarastoa ja kaksi muuta huolehtivat erilaisten tarveaineiden, kuten pakkausmateriaalien kuljetuksista ja romukippojen tyhjennyksistä yhdessä vuorotrukkien kanssa. Lisäksi lähettämössä on kurottaja konttien siirtoja varten.

2.4 Pinnantarkastus

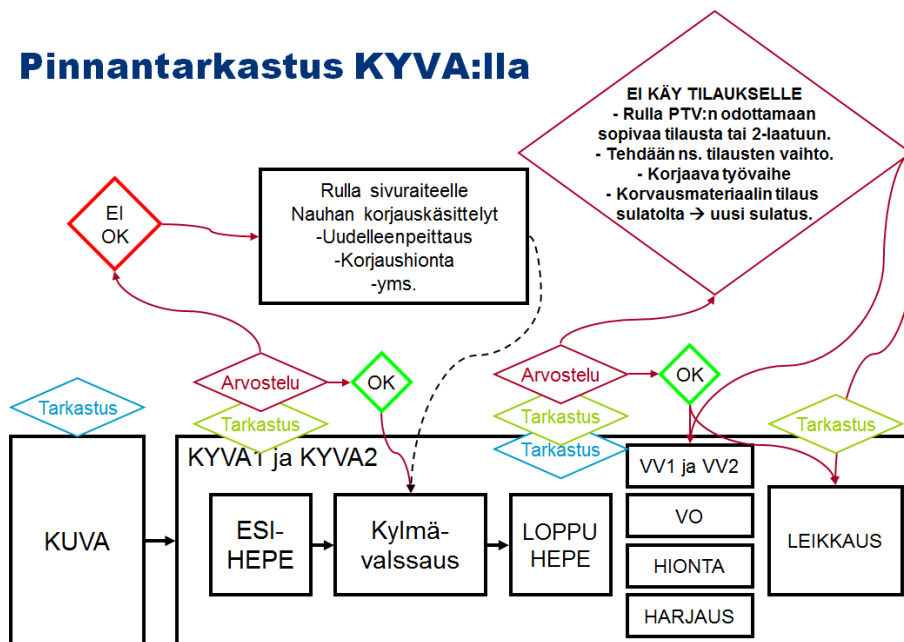
Kylmävalssaamon tuotanto-organisaation yksi osa-alue on pinnantarkastus. Pinnantarkastuksen tehtävänä on tarkastaa teräksen pinnanlaatu ja todentaa siinä mahdollisesti esiintyvät poikkeamat, sekä tuottaa arvokasta laatu- ja tarkastustietoutta jaettavaksi tehtaan eri osa-alueille. Korkea laatu ja lyhyt läpimenoaika ovat osittain pinnantarkastuksen työn tulosta. Laadun kehittäminen yhdessä tuotanto-organisaation kanssa kuuluu myös pinnantarkastuksen työnkuvaan. Pinnantarkastuksen keräämä tieto ja siitä tehdyt laatuilastot toimivat pohjana laadun parantamiselle, kun esimerkiksi päätetään kehittämistoimenpiteistä. Tarkastustietoa käyttävät pääasiallisesti tuotantolinjojen henkilöstö, mutta lisäksi tuotannonsuunnittelu, laatuosasto, asiakaspalvelu ja tutkimuskeskus. Virheen perusteella voidaan päätellä sen syntypaikka ja toteuttaa korjaavat toimenpiteet. (Rantalankila, 2011).

Asiakkaan näkökulmasta teräksen toimittajaa valittaessa kolme tärkeintä valintakriteeriä ovat toimitusvarmuus, laatu ja hinta. Tarkastuksella varmistetaan, että asiakas saa tilamaansa laatua ja materiaali täyttää asiakkaan vaatimukset. Koska pintavirheitä on mahdollista syntyä kaikissa prosessivaiheissa, niin prosessivaiheiden välillä tehdään tarkastuksia, jonka avulla epäkelpo tuote pysäytetään mahdollisimman varhaisessa vaiheessa. Prosessiketjun lopussa leikkauslinjoilla tapahtuvalla tarkastuksella varmistetaan, että tuote vastaa asiakkaan vaatimuksia. (Rantalankila, 2011).

Tuotantolinjoilla tarkastaja tarkastaa materiaalin ja toteaa valmistuneen laadun ja tarvittaessa poikkeuttaa materiaalin normaalista tuotantoreitistä. Tärkeimmät tarkastajan työkalut ovat silmät ja ammattitaito. Tarkastajat hyödyntävät työssään useita tietojärjestelmiä kuten RETU:a (Reaaliaikainen tuotannonohjaus) ja PIHA:a (pinnanlaadun hallinta). Joillakin linjoilla (KUVA, RAP5, HP4, HP2) tarkastajilla on apunaan myös koneellinen pinnantarkastuslaitteisto (SIS) eli kamerat, jotka kuvaavat pinnalaatua ja ohjelmistoja, jotka käsittelevät kameroiden tuottamaa tietoa. Tarkastustyötä tekevällä on apunaan erilaisia välineitä helpottaakseen työtään, esimerkiksi timanttityyny, hionta-

tyyny, pinnantarkastuksen muistivihko, suurennuslasi sekä kalibroidut mittaustyökalut. (Rantalankila, 2011).

Leikkauslinjoilla tarkastaja tarkastaa nauhan dimensiot, leimat ja pinnanlaadun vaaditun laatutason mukaisesti. Tarkastajalla on apunaan edellisissä prosessivaiheissa havaitut huomautukset sekä pintavirhetaulukko. Mikäli tarkastaja on epävarma materiaalin asiakaskelpoisuudesta, hän voi pyytää kiertävän tarkastajan paikalle. Leikkauslinjoilla materiaali on viimeisen kerran tarkastettavana ennen asiakkaalle lähettämistä. Tuotantolinjoilla laadusta ei vastaa pelkästään linjan tarkastaja, vaan koko linjan henkilöstö on vastuussa linjalla ajettavasta laadusta. Laadun tunnusluvut kerätään leikkauslinjoilla pääasiassa romutetuista tonnimääristä. Tässä vaiheessa kylmänauhat tarkastetaan myös mahdollisten kuljetusvirheiden osalta ja tehdään tarvittavat romutukset rullasta, jotta asiakkaalle toimitetaan virheetöntä ruostumatonta terästä. (Rantalankila, 2011).



Kuva 2 Pinnantarkastus kylmävalssaamalla (Lauerma, 2012).

Tuotantolinjoilla työskentely on organisoitu monitaitoisin tiimeihin, jolloin linjalla suoritettaviin laaduntarkastustehtäviin osallistuu tuotantolinjasta riippuen useita henkilöitä tai koko tiimi. Tarkastus on yksi tiimin jäsenille kuuluva osa-alue. Tiimityöskentelyyn

on siirrytty 2000-luvun alussa vaiheittain. Ensimmäisillä alueilla kokeilu on aloitettu jo vuonna 1995. Tavoitteena on ollut lisätä työn mielekkyyttä työtehtäviä vaihtamalla. Työtehtävät vaihtuvat tuotantolinjan käyttöhenkilöstön välillä sovituin väliajoin. Tiimissä työskentelevät tarkastajat siirtyivät oman tuotantoalueensa organisaatioon vuoden 2011 alussa. Tätä ennen he kuuluivat pinnantarkastuksen organisaatioon. (Rantalankila, 2011).

Pinnantarkastuksen organisaatioon kuuluu yhteensä 13 henkilöä, joista työntekijöitä on yhteensä yhdeksän ja työnjohtajia kolme. Organisaatiota johtaa käyttöinsinööri Matti Ahola. (Lauerma, 2012).

3 LAATU

Laatu on käsitteenä hyvin moniselitteinen. Se voidaan liittää hyvinkin erilaisiin asioihin ja ilmiöihin, ja koska asioiden ja ilmiöiden arvostaminen on usein ns. makukysymys. Laadun käsite on muuttunut alkuperäisestä tuotteen virheettömyydestä kokonaisvaltaiseksi liikkeenjohdon käsitteeksi. Nykyään laatu käsitetään yhä enemmän yrityksen laaja-alaiseksi kehittämiseksi ja johtamiseksi, jonka tavoitteena on asiakkaiden tyytyväisyys, kannattava liiketoiminta ja pitkällä aikavälillä kilpailukyvyyn säilyttäminen ja kasvattaminen. Laatu käsitteenä voidaan määritellä ja tulkita eri tavoin tarkastelunäkökulmista riippuen. Yleisesti laadulla kuitenkin tarkoitetaan asiakkaan tarpeiden, vaatimusten ja odotusten täyttämistä yrityksen kannalta mahdollisimman tehokkaalla ja kannattavalla tavalla. Asiakastyytyväisyys ei ole kuitenkaan itse päätarkoitus, johon olisi pyrittävä hinnalla millä hyvänsä. Esimerkiksi pankin asiakkaat ovat varmasti tyytyväisiä, jos he saavat lainan nollakorolla. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, että pankin toiminta olisi laadukasta, pikemminkin päinvastoin, koska pankin oma kannattavuus kärsii saamatta jäävien tuottojen seurauksena. Yrityksen sisäinen toiminnan tehokkuus ja virheettömät lopputuotteet eivät takaa korkeata laatua, vaan edellytyksenä on ulkopuolisen arvioijan, asiakkaan näkemys. (Lecklin 2006, 18; Silén 2001, 40).

Laatuun liittyy myös tarve suoritustason jatkuvaan parantamiseen, niin nopeasti kuin kehitys sen sallii. Kehittämispaineita tulee niin yrityksen oman systemaattisen laatutyön kautta kuin yrityksen ulkopuoleltakin, kuten kilpailijoiden toiminta, yhteiskunnan ja markkinoiden muutokset sekä uudet innovaatiot asettavat tällaisia kehitysimpulsseja. (Lecklin 2006, 18).

Nykyaikaisen terästeollisuusyritysten yhtenä tavoitteena on tuottaa laadukkaita tuotteita. Niinpä yrityksissä on koko sen toiminnan kattava laatujärjestelmä. Usein laatujärjestelmän lähtökohtana ovat teräksen käyttäjän eli asiakkaan tarpeet. Laatua mitataan ja verrataan asiakkaan tarpeisiin, vaatimuksiin ja odotuksiin. Yrityksen toimintaa pidetään laadukkaana, kun asiakas on tyytyväinen saamiinsa tuotteisiin. Laatukäsite voidaan ja-

kaa viiteen eri osatekijään; laatujohtaminen, laadun varmistus, laadun ohjaus, laadun valvonta ja laadun tarkastus. Yrityksen laatujärjestelmän ylimpänä ohjeena on laatupolitiikka, jossa johto lyhyesti määrittelee kuinka laatuasioissa toimitaan. Laatupolitiikan periaatteita noudattaen on laadittu yrityksen tai yksikön tehtaan laatukäsikirja, jolle taas menettely- ja toimintaohjeet, työpistekohtaiset ohjeet sekä tuotteiden laadun suunnittelu, varmistus ja tarkastukset perustuvat. Laatujärjestelmiä säätelevät kansainväliset standardit, esimerkiksi ISO 9000. (Teräksen laadusta vastaa jokainen sen tekijä-PDF, hakupäivä 6.2.2014. <http://www.teknologiateollisuus.fi>).

Kokonaisvaltainen laadunhallinta ei tule häviämään tulevaisuudessakaan. Nimitykset ja toteuttamiskeinot muuttuvat ja kehittyvät, mutta laatu tulee pysymään yrityksen menestystekijänä. Se tulee sisältymään entistä enemmän muuhun toimintaan, ja erillisten laatusyksiköiden ja – johtoryhmien merkitys luultavasti vähenee. Yksilötasolla vaaditaan yhä enemmän monitaitoisuutta. Yksittäisillä työntekijöillä on edellytykset lopputuotteen ja koko prosessin laadun parantamiseen jonka lisäksi yksilön valtuuksia ja vastuita lisätään. Asiat ja ongelmatilanteet ratkaistaan työpisteissä niiden syntypaikalla välittömästi. Työtä tehdään tulevaisuudessa yhä enemmän itseohjautuvissa prosessitiimeissä. Tiimeissä jokainen yksilö hoitaa oman työnsä ja myös auttaa muita tiimin jäseniä selviytymään omista velvoitteistaan. Tämä taas tukee monitaitoisuutta. Työnjohdon rooli on luoda tiimille työskentelyedellytykset ja tukea, neuvoa ja kannustaa tiimiä hyviin suoriin. Vastaavanlaista tiimitoimintaa on käytössä jo useissa paikkaa Outokummun tehtaalla, kuten leikkauslinjoilla operaattoreiden ja pinnantarkastajien kesken. (Lecklin, 2006).

3.1 Outokumpu laaduntekijänä

Outokummulla on oma laatukäsikirja, joka määrittelee yhtiön laadunhallintajärjestelmän. Outokumpu Tornio Worksin laatujärjestelmä täyttää standardin SFS-EN ISO 9001:2008 vaatimukset. Inspecta Sertifiointi Oy on myöntänyt järjestelmälle sertifikaatin. Lisäksi useat viranomaiset ja luokituslaitokset ovat hyväksyneet Outokumpu Stainless Oy:n ruostumattomien terästuotteiden valmistajaksi.

Tornio Worksin laatujärjestelmä kattaa kromimalmin louhinnan ja kromirikasteiden valmistuksen Kemin kaivoksella; pellettien, ferrokromin ja OKTO- rakennustuotteiden sekä litteiden ruostumattomien terästuotteiden valmistuksen Tornion tehtailla. Lisäksi järjestelmän laajuuteen kuuluvat ahtaus-, laivanselvitys- ja ajovälityspalvelut Tornion satamassa sekä terästuotteiden jatkokäsittely Terneuzenin tehtaalla Hollannissa. (Outokummun sisäinen intranet, hakupäivä 13.1.2014).

3.1.1 Laatupolitiikka

Laatupolitiikalla tarkoitetaan laatuun liittyvää organisaation yleistä tarkoitusta ja suuntaa, jotka yrityksen johto ennalta määrittelee. Yleensä laatupolitiikka on yhdenmukainen organisaation yleisen toimintapolitiikan kanssa ja muodostaa puitteet laatutavoitteiden asettamiselle. Outokumpu Tornio Worksin tavoitteena on valmistaa tuotelaatua, joka vastaa yhtiön lupaus asiakkaalle. Päämääränä on tyytyväinen asiakas ja pitkäjänteinen liiketoiminta. Tavoitteen saavuttamiseksi laaduntuottokykyä seurataan säännöllisesti. Laaduntuottokyvylle on asetettu konkreettiset osastokohtaiset mittarit raja-arvoineen ja poikkeamiin reagoidaan nopeasti. Henkilöstön osaamista kehitetään koulutuksilla, jotka perustuvat koulutussuunnitelmaan. Outokummulla kehitetään jatkuvasti liiketoimintaa, menetelmiä, tuotteita ja teknologiaa vastaamaan asiakkaiden tarpeita tulevaisuudessa. Tornio Worksissa hyödynnetään Outokumpu-konsernin sisäistä osaamista. Ympäristö-, turvallisuus- ja laatujärjestelmät ovat koko konsernin toiminnan perusta, niitä ylläpidetään ja kehitetään koko ajan. Osa ongelmista vaatii teknistä selvitystä, mutta moni laatuvirheistä korjaantuu sillä, että ohjeet käydään läpi ja toiminta palautetaan ohjeiden mukaiseksi. Laadun tekeminen vaatii selkeät rutiinit sekä sen, että jokainen tekee oman työnsä tarkasti. Vastuu oman työn laadusta on jokaisella työntekijällä. (SFS-EN ISO 9000:2005, Outokummun sisäinen intranet, hakupäivä 13.1.2014).

Laadunohjaus valvoo laatujärjestelmää säännöllisillä laatuauditoinneilla. Tuotanto- ja muita osastoja koulutetaan säännöllisesti laatuasioissa. Laadunohjaus ja laboratoriot ovat riippumattomia tuotanto-osastoista. Tuotantolinjoilla tarkastetaan tuotteen pinnanlaatua ja mittoja jatkuvasti. Tuotteen lopullinen hyväksyntä ennen lähettämistä asiak-

kaalle kuuluu laadunohjaukselle. (Outokummun sisäinen intranet, hakupäivä 13.1.2014).

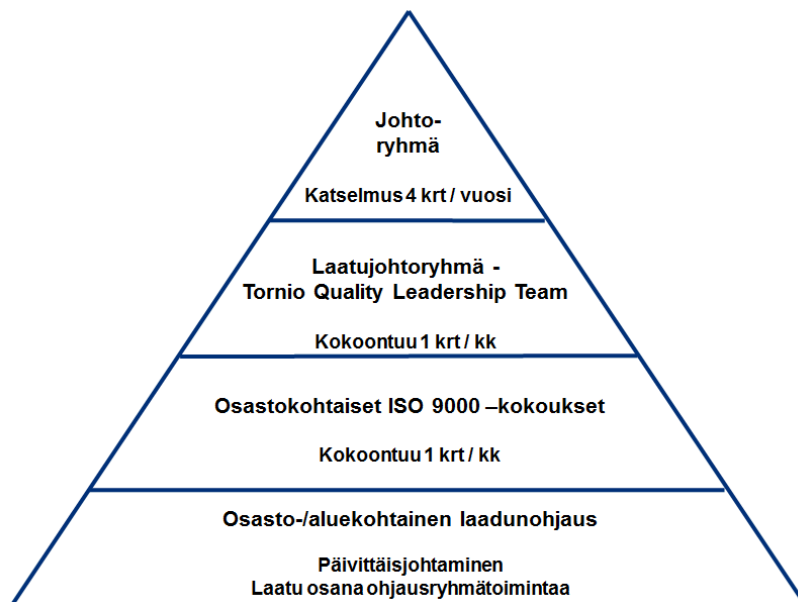
Laatutavoitteista kerrotaan kaikille osastojen koulutustilaisuuksien yhteydessä. Laadunhallinnan vaikutuksista viestitään eri kanavia käyttäen. Tavoitteisiin liittyvät mittaukset ja laatutilastot ovat kaikkien nähtävillä mm. sisäisen intranetin kautta. Yrityksen laaduntuottokykyä seurataan erilaisin mittarein. Näihin kuuluvat mm. toimitustäsmällisyys, laatukustannukset osastoittain (€/t), reklamaatiokustannukset ja kerralla valmis prosentiosuudet. Kylmävalssaamalla laatuvirheitä voidaan seurata mm. Coldweb- raportointijärjestelmän kautta. Järjestelmästä saadaan ajettua tilastoja esimerkiksi laatupoikkeamista linjoittain, laatukustannuksista ja romutuserittelyistä. Romutuserittelystä saadaan selville nauhan tiedot, kuten rullanumero, laatuvirhekoodi, romutuspäivämäärä, romutusmäärä, romutuslinja, laatu, ja muita rullan materiaalitietoja. Laatukustannusraportista saadaan eriteltyä yksittäisen laatuvirheen romutus ja kakkoslaatumäärät (t) viikoittain tai kuukausittain sekä kustannukset leikkauslinjoilla tehtyä ykköslaatumannia kohden. Yksikkönä käytetään €/t. (Outokummun sisäinen intranet, hakupäivä 13.1.2014).

3.1.2 Laatujohtaminen

Laadun kehittämisen seuranta rakentuu neliportaisesti (Kuva 3). Johdon laatukatselmus järjestetään neljä kertaa vuodessa, jolloin johto katselmoi ja arvioi tarvetta parantaa tai muuttaa laadunhallintaa tavoitteineen. Kokouksessa tarkastellaan mm. laatu politiikan ja tavoitteiden toteutumista, sisäisten laatu auditointien tuloksia, ajankohtaisia laatu ongelmia, asiakaspalautetta sekä laadun kehitystä. Aiemmin päätettyjen laatu projektien tilannetta seurataan ja perustetaan tarvittaessa uusia liittyen prosessin suorituskykyyn ja tuotteen vaatimusten mukaisuuteen. Katselmukseen osallistuvat pääsääntöisesti johtoryhmä, tuotanto-, tuotannon suunnittelu-, tutkimuspäälliköt sekä laatu- ja asiakas palvelupäällikkö, joka tekee raportin katselmuksesta. Laatu johtoryhmä kokoontuu kerran kuukaudessa (Outokummun sisäinen intranet, hakupäivä 8.11.2013).

Asiakaspalautetta ja laatutilannetta käsitellään johdon laatukatselmuksissa ja kuukausittaisissa ISO 9000 -laatupalavereissa. Asiakasnäkökulma tulee esille myös tuotannon suunnittelun viikkopalavereissa ja viikoittaisissa tuotannon “käpistely”- tilaisuuksissa, joissa analysoidaan pintavirhenäytteitä. Asiakkaan tarpeista johdetaan ensisijaisesti myös tuotteeseen ja toimintaan liittyvät laatuvaatimukset, joita mitataan ja seurataan jatkuvasti. Asiakkaan vaatimusten määrittäminen ja täyttäminen varmistetaan mm. räätälöidyillä koostumuksilla ja asiakaskohtaisilla ohjeilla eri valmistusvaiheissa. (Outokummun sisäinen intranet, hakupäivä 8.11.2013).

Henkilöstöä palkitaan hyvästä laadun tekemisestä tuotantopalkkioon sidotulla laatu-palkkiolla. Laatu-palkkio perustuu laatu-kustannuksiin ja virhetilastoihin ja määritetään osastoittain (sulatto, kuumavalssaamo, kylmävalssaamot). Kylmävalssaamolla pidetään työntekijöille laatu-vartteja, joissa käsitellään ajankohtaisia laatu-virheitä. Laatu-varteissa käydään läpi asioita mahdollisemman laajasti muidenkin alueiden osalta, jotta jokainen tietäisi missä mennään. Koko henkilöstöllä on mahdollisuus kirjata laatu-havaintoja ja -poikkeamia laatu-havaintokantaan. Kuukausittain parhaimmat laatu-havainnot palkitaan. (Outokummun sisäinen intranet, hakupäivä 8.11.2013).



Kuva 3 Laadun kehityksen seuranta Outokumpu Stainless Oy:ssä (Outokummun sisäinen intranet, hakupäivä 8.11.2013).

3.1.3 Laadun hallinta

SFS-EN ISO 9000-standardin mukaan laadun hallinnalla tarkoitetaan koordinoituja toimenpiteitä organisaation suuntaamiseksi ja ohjaamiseksi laatuun liittyvissä asioissa. Laadun hallintaan liittyy läheisesti termit laadun suunnittelu, laadunohjaus, laadun varmistus, laadun parantaminen, jatkuva parantaminen ja tehokkuus. ISO 9001:2008 mukaista laadunhallintaa sovelletaan Outokummun Kemi-Tornio-Terneuzenin kaikissa toiminnoissa. Ylin johto varmistaa, että asiakkaiden vaatimukset on määritelty ja täytetään päämääränä lisätä asiakastytyvääisyyttä. Jatkuvan parantamisen prosesseja käytetään tehokkaasti ja varmistetaan, että tuote täyttää asiakkaan vaatimukset. Samalla varmistetaan myös, että tuote täyttää soveltuvan lainsäädännön asettamat vaatimukset. (Outokummun sisäinen intranet, hakupäivä 8.11.2013; SFS-EN ISO 9000: 2005).

Outokumpu konsernissa sisäisen tehokkuuden piiriin kuuluvia seurattavia ja raportoitavia asioita ovat tyypillisesti tuotanto- ja toimitusmäärät, tuottavuus, laatukustannukset ja muut laatuparametrit, toimitustäsmällisyys, käyntiasteet, päästöt jne. Koska koko henkilöstö kuuluu palkkiopalkkauksen piiriin, tuotantolukuja ja laatuparametreja seurataan ahkerasti myös työntekijätasolla. Tavoitteista kerrotaan ja niistä keskustellaan työntekijätasoa myöten eri osastoilla päivittäisjohtamisesta lähtien vuosittaisiin kehityspäiviin. (Outokummun sisäinen intranet, hakupäivä 8.11.2013).

3.2 Laatuvirheet

Laatuvirheet ovat laadullisia poikkeamia, jotka eivät täytä aiottuun tai määriteltyyn käyttöön liittyviä vaatimuksia. Terästuotteita voidaan laatuvirheiden vuoksi myydä 2. laatuna eteenpäin tai uudelleen sulattaa eli romuttaa. Outokummun tilastoidut sisäiset laatuvirheet ovat pääasiassa pintavirheitä, jotka eivät täytä asiakkaan vaatimia laatuunormeja.

3.2.1 Kuljetusvirheet

Kuljetusvirheet ovat pääsääntöisesti materiaalin siirrosta aiheutuneita pintavirheitä. Kylmävalssaamalla materiaalia kuljetetaan manuaali- ja automaattinostureiden, vihi-vaunujen, trukkien, korkeavarastojen hissien ja kuljettimien avulla sekä rullakuljetuksiin suunnitelluilla lavettiautoilla eri osastojen välillä. Laatuvirheet ovat lajiteltu linjakohtaisesti kolminumeroisin tunnistekoodein. Koodeja voidaan käyttää sisäiseen virheluokitteluun ja reklamaatiosyiden luokitteluun. Kuljetus- ja lähetysalueella ei varsinaisesti ole yhtään tuotantolinjaa, vaan organisaatio on materiaalsiirtojen kautta tärkeä osa kaikkia tuotantoprosesseja. Kuljetusvirheet syntyvät yleensä jo lähes valmiiseen lopputuotteeseen, joten niiden aiheuttamat kokonaiskustannukset ovat suuria. Tuotenauhan valmistukseen on leikkauslinjoilla tapahtuvan romutustapahtumaan mennessä uhrattu työtunteja ja resursseja. Pahimmassa tapauksessa tuotteen valmistaminen joudutaan aloittamaan alusta. Vaikka mikään laatuvirhe ei ole toivottu, on lähes valmiin asiakasnauhan kolhiminen kuljetuksessa valitettavaa.

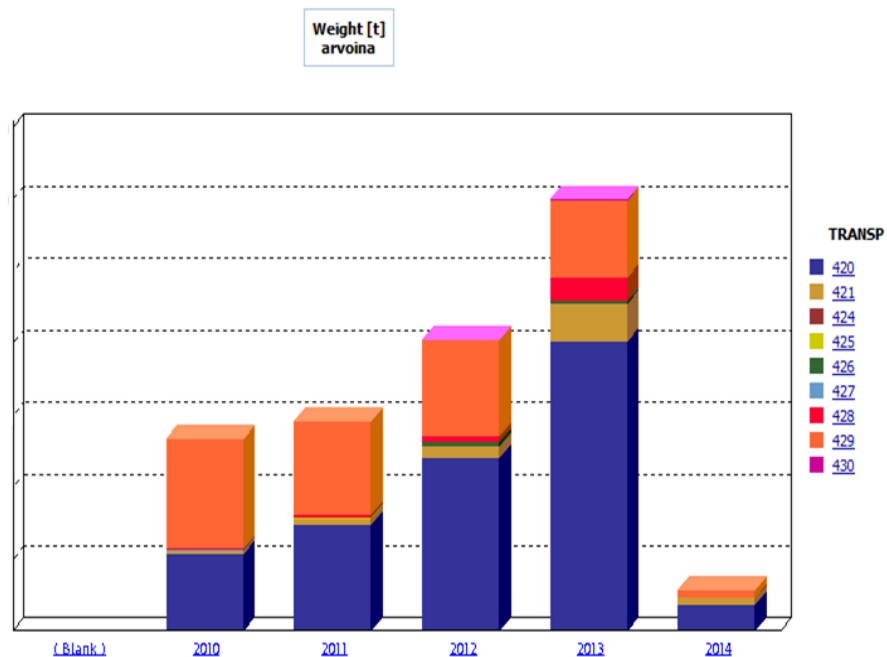
Kuljetusvirheiksi luokitellaan seuraavat laatuvirheet:

420	Kuljetusvirhe/ nosturi, rullan sisäkehä/ nosturin käpälän jälki
421	Kuljetusvirhe/ rullan ulkokehä
424	Ruoste
425	Erikoisvirheet
426	Virheellinen pakkaus, pakkaaminen
427	Lastaus, lähetysvirhe
428	Käsittely-, sisäinen kuljetusvirhe
429	Osarullien varastointijäljet ja naarmut
430	Väärä paino

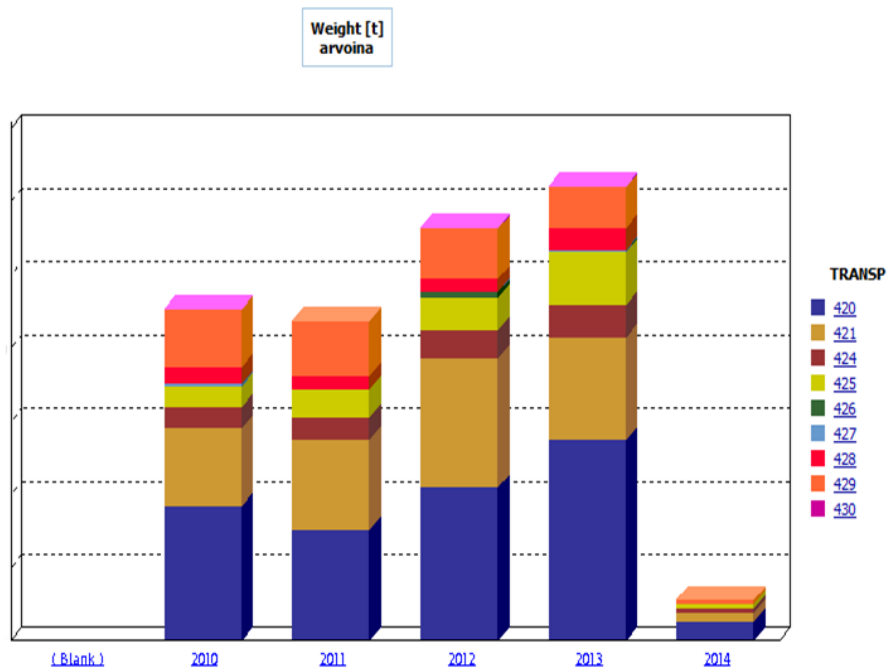
Yllämainituista virheistä merkittävimpiä ovat kuitenkin vain 420,421,424 ja 429, joita käsittelen myös työssäni. Työ painottui rullan sisäkehävirheen käsittelyyn, sillä sen osuus kaikista kuljetusvirheistä on selkeästi suurin. Näiden lisäksi työ rajattiin koskemaan prosessivirheiksi luokiteltuja soljen ja pangan painaumuksia, virhe 320. (Outokummun sisäinen intranet, Laatukäsikirja, hakupäivä 8.11.2013).

Alla on esitetty tilastot kuljetusvirhemäärien kehityksestä vuosien 2010 ja 2014 välisenä aikana (Taulukko 1 ja Taulukko 2). 2014 vuoden osalta lukemat ovat tammikuun lukuja. Taulukossa 1 on esitetty Tornion leikkauslinjoilla tehdyt kuljetusvirheistä johtuneet romutukset tonneina. Taulukossa 2 on taas kuvattu Tornion ja Terneuzenin tehtaiden yhteenlasketuista kuljetusvirheistä aiheutuneet romutukset. Taulukoista nähdään, että virhemäärät ovat kasvaneet paljon lyhyessä ajassa, erityisesti Torniossa. Työn pääta-voitteena oli tutkia mitkä asiat ovat vaikuttaneet virhemäärien kasvuun ja miten niiden määrä saataisiin laskuun. Erityisesti 420-virheen selkeä kasvu oli syy tämän opinnäyte-työn toimeksiannolle. Tornion kuljetusvirhemäärät ovat nousseet 2012–2013 välisenä aikana noin 120 prosenttia. 420-virheen määrät ovat nousseet eniten, yhteensä 272 %:a neljän viime vuoden aikana. Rullan ulkokehävirhe (421) on toiseksi yleisin kuljetusvir-he Tornion ja Terneuzenin yhteisissä tilastoissa. Virheet näkyvät pääasiassa Ter-neuzenin leikkauslinjoilla, jonne lähetetään Torniota rullia jatkokäsiteltäviksi. 429-virheen osuus kaikista kuljetusvirheistä on myös huomattava. Kuten tilastoista näkee, Terneuzenissa romutetaan ulkokehävirhettä selvästi enemmän kuin Torniossa. Vastaa-vasti 420-virheen osuus Terneuzenin romutuksissa on Torniota vähäisempi, mutta myös siellä ongelma on ajankohtainen. Eräänä syynä virheiden kokonaismäärän kasvuun voi-daan pitää tarkentunutta laadunseurantaa ja erityisesti kuljetusvirheisiin on alettu kiin-nittämään enemmän huomiota, kun muiden laatuvirheiden määrä on vähentynyt. Tämä ei kuitenkaan selitä kokonaan nopeasti nousuun lähteneitä virhemääriä.

Taulukko 1 Kuljetusvirheistä aiheutuneet romutukset Torniossa (Outokummun sisäinen intranet, Steelweb, hakupäivä 3.2.2014)



Taulukko 2 Kuljetusvirheistä aiheutuneet romutukset Torniossa ja Terneuzenissa yhteensä (Outokummun sisäinen intranet, Steelweb, hakupäivä 3.2.2014).

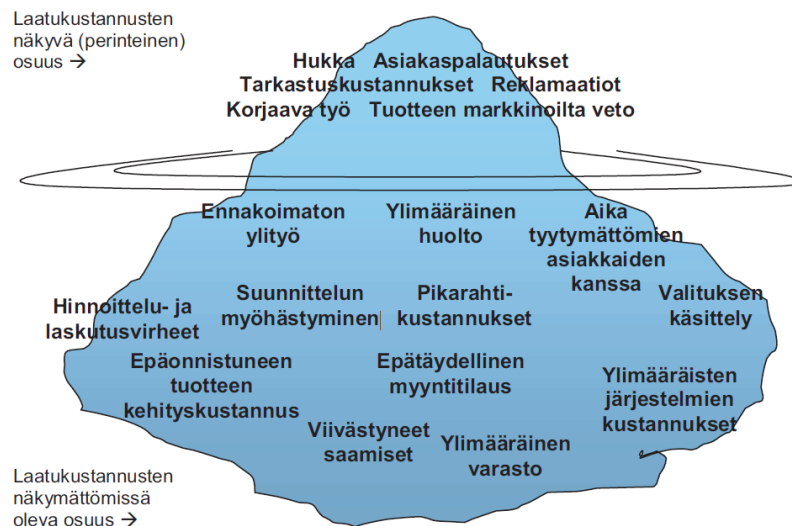


3.3 Laatukustannukset

Laatukustannukset ovat kustannuksia, jotka syntyvät yrityksen varmistaessa tuotteiden vastaavan asiakkaiden vaatimuksia. Näitä kustannuksia on kahta päätyyppiä: laatua edistäviä kustannuksia, joiden avulla pyritään virheiden ennaltaehkäisemiseen ja eliminointiin sekä huonosta laadusta johtuvia kustannuksia. Ensimmäiseen ryhmään kuuluvat laadun kehittämiseen tehdyt investoinnit, kuten laadukkaan johtamisjärjestelmän rakentaminen. Toinen ryhmä aiheutuu siitä, että tehdään virheitä tai vääriä asioita. Laatukustannukset voidaan jakaa neljään alalajiin: ulkoiset virhekustannukset, sisäiset virhekustannukset, laadun ylläpitokustannukset ja huonon laadun ehkäisykustannukset. Ulkoiset laatukustannukset ovat kustannuksia, jotka aiheutuvat siitä, kun asiakkaan havaitsema virhe tai laaduttomuus korjataan. Prosessien laadunvarmistus on pettänyt ja virhe on päässyt asiakkaalle asti. Ulkoiset virheet ovat yrityksen kannalta kaikkein vaarallisimpia. Niiden korjaus on kalliimpaa kuin jos virhe havaittaisiin jo syntypaikalla. Niillä on myös negatiivinen vaikutus yrityksen imagoon. Sisäiset laatukustannukset ovat sellaisia, jotka havaitaan yrityksen sisällä ja korjataan ennen kuin tuote toimitetaan asiakkaalle. Tähän ryhmään luetaan myös toiminnan huonosta suunnittelusta ja ”sähläyksestä” aiheutuneet kustannukset. Henkilöstön ja toimittajien laatupuutteet lisäävät myös kustannuksia. Monissa yrityksissä valtaosa laatukustannuksista on sisäisiä virhekustannuksia. Myös tässä työssä laatuvirheistä puhuttaessa tarkoitetaan lähinnä vain sisäisiä virhekustannuksia. Ruosteen ja kosteuden osalta on aiheutunut myös jonkin verran ulkoisia virhekustannuksia. Sisäiset laatukustannukset aiheuttavat helposti ns. piilokustannuksia, joiden vaikutukset voivat olla taloudellisesti merkittävämpiä kuin itse alkuperäinen poikkeama. Sisäiset laatukustannukset määräytyvät sen mukaan kuinka paljon romutetaan ja leikataan kakkoslaatuun leikkauslinjoilla (Torniossa) suhteessa ykköslaadun määrään. (Lecklin, 2006).

Laatukustannusten määrittämiselle ei ole yleistä standardia tai kaavaa, vaan jokaisen yrityksen on itse arvioitava ja sovittava oma tarkastelutapansa. Laatukustannukset eivät useinkaan ole selvästi luettavissa, vaan niiden seuraaminen edellyttää uudentyypistä

ajattelua ja kustannuslaskentaa. Laatukustannuksia voidaan seurata erilaisten prosessimittarien avulla. Ennen systemaattista tarkastelua virheiden ja laatukustannusten merkitystä pidetään usein vähäisenä. Tutkimuksissa on kuitenkin todettu, että laatukustannukset ovat yrityksen liikevaihdosta 15–30%. Tapauksissa, joissa yritysten laatukustannusten aiheuttajia seurataan laaja-alaisesti, paljastuu samalla uusia laatukustannuksia ja näiden piileviä komponentteja. Mitä syvemmälle mennään, sitä korkeampaan laatukustannusten kokonaistasoon useimmiten päädytään. Kirjallisuudessa tätä ilmiötä on kutsuttu laatukustannusten jäävuorimalliksi (Kuva 4). Perinteisistä laatukustannuksista usein kuullaan puhuttavan, mutta ns. näkymättömillä laatukustannuksilla, jotka eivät näy ulospäin, on jopa suurempi taloudellinen merkitys kuin luullaankaan. Pahimmassa tapauksessa jatkuvat laatuvirheet voivat johtaa asiakassuhteen katkeamiseen ja sitä kautta yrityksen liiketoimintaan ja tuloihin. Jäävuoriteorian mukaan noin yksi kolmasosaa laatukustannuksista on näkyvissä ja loput piilossa. Hyvä panostus ennaltaehkäisevään toimintaan on pitkällä aikavälillä kannattavaa, sillä virhekustannuksia saadaan vähennettyä ennaltaehkäisemällä virhetekijöitä. (Hokkanen & Strömberg, 2006).



Kuva 4 Laatukustannusten jäävuorimalli (Andersson, Hiltunen & Villanen, 2004).

Outokummulla kustannukset koostuvat huonolaatuisista nauhoista tai nauhan kohdista, jotka joudutaan romuttamaan tai myymään 2-laatuna. Korjauskäsittelyt virheiden pois-

tamiseksi maksavat ja kuormittavat linjoja turhaan. Asiakkaille maksetut hyvitykset ja reklamaatiokustannukset aiheuttavat lisäkuluja ja kun nauhan pinnanlaatu ei ole riittävä asiakkaalle, joudutaan usein tilauksia vaihtamaan tai tuote valmistamaan asiakkaalle uudestaan. Tämä pidentää materiaalin läpimenoaikaa, kasvattaa varastoja sekä heikentää toimitusvarmuutta. (Outokummun sisäinen intranet, hakupäivä 13.1.2014).

4 KULJETUSVIRHEIDEN NYKYTILAN KUVAUS JA KEHITYSMAHDOLLISUUDET

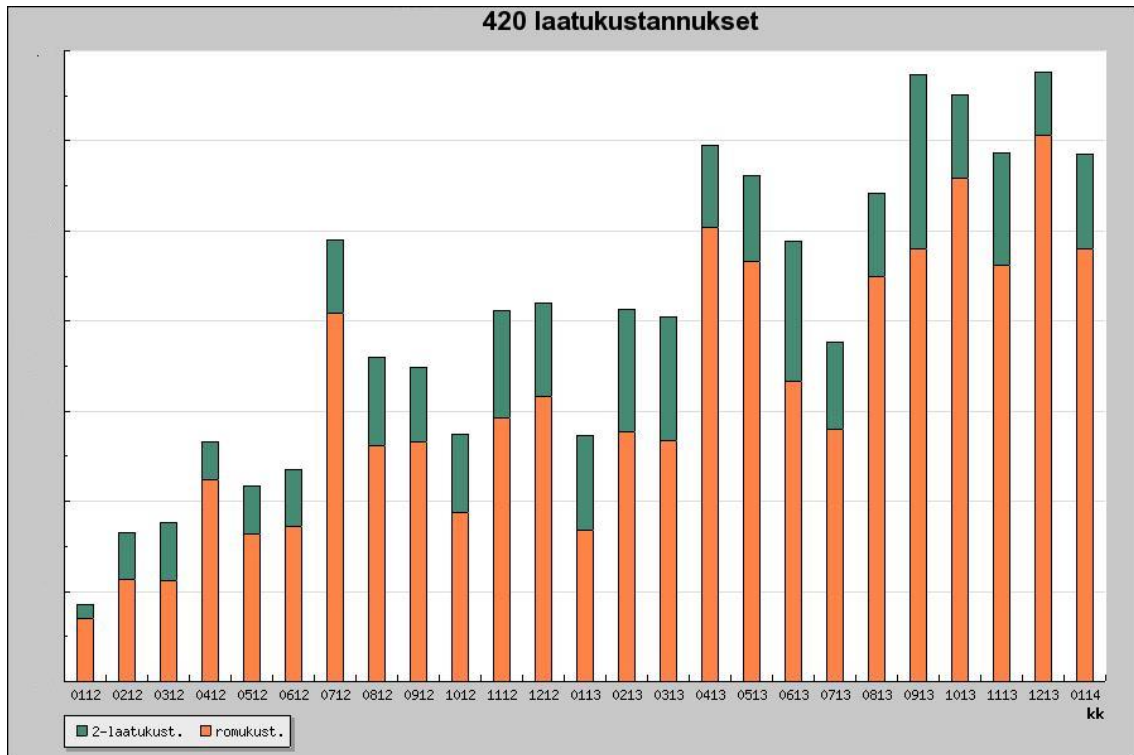
4.1 Rullan sisäkehävirhe 420

Rullan sisäkehävirheet eli nosturin käpälänjäljet (Kuva 5) aiheutuvat tuotantonostureiden pihlien kantopintojen aiheuttamista painaumista ja naarmuista rullan sisäkehällä. Nostureiden ja niiden kuljettajien toimiessa oikein ei painaumia pitäisi syntyä tällaisia määriä. Virhe on laatukustannuksiltaan selkeästi suurin kuljetusvirhetyyppi Torniossa. Virhemäärät ovat kääntyneet kasvuun kesän 2012 jälkeen (Taulukko 3). Sitä ennen 420-virhemäärät ovat olleet vähäisiä. Vuosien 2010–2013 välisenä aikana 420-virheiden määrä vuositasolla on Torniossa lähes kolminkertaistunut. Jo työn alkuvaiheessa oli selvää, että syitä 420-virheiden kasvuun löytyisi useita, sillä rullia käsitteleviä tahoja on monia. Aiheen ympärillä oli jo aiemmin tehty töitä, mutta virhemäärien kasvu ei näyttänyt pysähtyvän. (Outokummun sisäinen intranet, Coldweb, Hakupäivä 3.2.2014).



Kuva 5 420- virhe rullan sisäkehällä

Taulukko 3 Laatukustannukset (420) 2012-2014/01 (Outokummun sisäinen intra-net, Coldweb, Hakupäivä 3.2.2014).

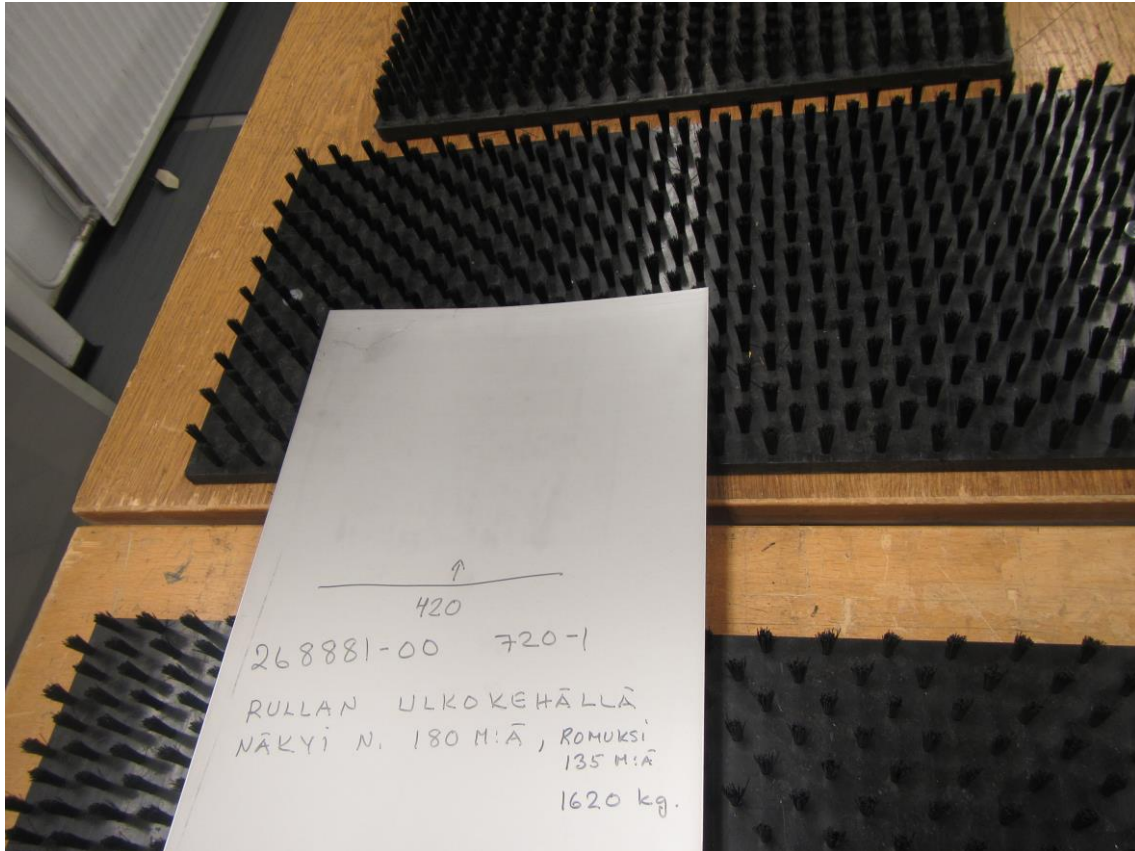


Työssä selvennetään millainen vaikutus seuraavilla eri tekijöillä on erityisesti 420-virheen määrään ja millä keinoin virheitä saataisiin vähennettyä.

- Automaattinosturit (köydet, pihtien suoruus, välipalkit, sivuohjauspyörät, kääntökehä, paikan mittaus)
- Manuaalinosturit: Pihtien kunto ja kuljettajien toiminta (N10 ja N23 osalta)
- Satamanosturit, Pihtien kunto ja kuljettajien toiminta (vaikuttaa Terneuzenin tilastoihin)
- Pinnantarkastajien yksilölliset erot ja koulutus. Laadunseurannan jatkuva kehitys tuo esiin jo ehkä pidemmänkin aikaa olleita ongelmia, joita aiemmin ei vain ole tiedostettu yhtä hyvin.
- Valssainten ja hehkutus-peittauslinojen henkilöstö (Rullan eteenpäin toimituskuntoon laiton varmistus seuraavaa prosessivaihetta varten.)

Selvitystyö aloitettiin kartoittamalla eniten 420-virhettä romuttavat leikkauslinjat. Romutuserittely paljasti, että suurimmat 420-romuttajat olivat HA2, HA6 ja KA3. Erityisesti HA2 ja KA3 käsittelevät ohuita materiaaleja, joten on luonnollista, että ohuissa materiaaleissa jälkeä syntyy helpommin ja jälki pureutuu syvemmälle rullan sisäkehälle. Kyseisten linjojen romutettujen rullien nosturikäsitelyhistoriaa alettiin seurata viikoittain. Materiaalisiirron kulunvalvontajärjestelmä MAKUVA:n avulla selvitettiin, mitkä kylmävalssaamon loppupään nostureista olivat rullia käsitelleet. Selvitystyön avulla ei voitu kuitenkaan varmuudella sulkea pois mitään nosturia, sillä selkeää yhteistä tekijää ei löytynyt. Lähes kaikki 420-virheen vuoksi romutetut rullat oli käsiteltyt jompikumpi manuaalinosturi N10 tai N23 ja automaattinosturit ASN13, ASN16, ASN17. Joissain tapauksissa rullaa oli käsiteltyt ASN22. Jompikumpi FG-hallin nostureista (ASN13 ja ASN16) oli kuitenkin lähes poikkeuksetta käsiteltyt rullia, joten pieni epäilyt ASN13 ja ASN16 vaikutuksista virhemääriin kasvuun oli.

Tiedossa oli myös, että osa automaattinostureista paikoitti hieman epätarkasti rullaa hakiessa ja laskiessa varastopaikalle. Tämä osittain selittäisi nosturin käpälänjalkien synnyn, kun rulla pääsee nosto- ja laskutilanteissa pyörähtämään rullapihdeissä. Epätarkasti paikoittava nosturi ei laske pihtejä täysin keskelle rullan sisäkehää, jolloin nosturin pihdin kaarevat kantopinnat painavat rullan pyörähtäessä rullan sisäkehälle terävän viirumaisen jäljen. Jälki voi näkyä useiden kierrosten verran rullassa, ohuimmissa materiaaleissa jopa satoja metrejä (Kuva 6). Paikoitusongelmiin ei tässä vaiheessa vielä kiinnitetty enempää huomiota, sillä tiedettiin, että niiden korjaus olisi erittäin haasteellista. Yhdessä varastossa voi olla yli 1000 varastopaikkaa. Paikoituskorjauksiin liittyi lisäksi paljon epävarmuustekijöitä ja muuttujia, jotka täytyi selvittää ennen muutostöiden aloitusta. Siksi muita virheen aiheuttajia pyrittiin selvittämään lisää.



Kuva 6 Näyte 420-virheestä

4.1.1 Manuaalinosturit

Seuraavaksi pohdittiin manuaalinostureiden vaikutuksia painaumien syntyyn. Kylmävalssaamon loppupään manuaalinostureissa (N10 ja N23) on pihtien metallisten kantopintojen päälle asennettu muovit (Kuva 7) suojaamaan rullan sisäkehää kuljetusvaurioilta. Kantopintojen kuntoa valvotaan päivittäin nosturinkuljettajien toimesta. Kuljettajien kuuluu tarkastaa kantopintojen kunto vuoron alussa ja tarkkailla niitä töiden ohessa sekä ilmoitettava viipymättä havaituista repeämisistä ja kiinnityspulttien irtoamisista tai kohoumista työnjohdolle. Lisäksi päivävuorossa työskentelevä materiaalin siirronvalvoja tekee viikoittain kaikkiin loppupään nostureihin kantopintojen kuntotarkastukset (Liite 2) ja tekee havaituista puutteista työtilaukset. Näitä rutiineita ei ollut tarvetta muuttaa tässä vaiheessa, sillä kantopintojen kunnon seurannan taajuus oli mielestäni riittävä. Nosturikuljettajien työohjeissa (Liite 3) oli jo maininta kantopintojen kunnon

tarkastuksesta ennen liikkeelle lähtöä. Suojamuovien vaikutusta sisäkehävirheisiin seurattiin jatkuvasti ja niiden käytöllä tai poistolla ei pystytty varmistamaan vaikutuksia virhemääriin.



Kuva 7 Kantopintamuovi

Kaikille kylmävalssaamon nosturikuskeille laadittiin kuitenkin laatuvarttiaineisto, jonka aiheena olivat kuljetusvirheet ja erityisesti rullan sisäkehävirheet. Laatuvartissa käsiteltiin kuljetusvirheiden nykytilaa sekä tulevia ja jo tehtyjä toimenpiteitä kuljetusvirheiden vähentämiseksi. Samalla kerrattiin oikeita työskentelytapoja ja muistutettiin kuljettajien olevan laaduntekijöitä yhtäläillä kuin muutkin työntekijät. Tilaisuudessa painotettiin tarkkuutta ja huolellisuutta sekä kerrattiin työohjeita. Kesän aikana virhemäärät kääntyivät laskuun, mutta loppukesästä palautuivat entiselle tasolle tuotannon vilkastuessa. Eli romutusmäärissä ei kuitenkaan ollut havaittavissa muutoksia parempaan suuntaan. Kuljettajia haastatellessa heidän asenteensa työskentelytapoja sekä laatuasioita kohtaan vaikutti olevan kunnossa.

Leikkauslinjojen pinnantarkastajien kanssa käydyt keskustelut sekä HA2:lta ja KA3:lta saatujen 420-näytteiden perusteella pultin painaumista tai rikkinäisistä kantopintamuoveista ei näkynyt nauhoissa jälkiä. Nauhaan painuneet jäljet olivat lähes poikkeuk-

setta pihdin kantopinnan kulutuspalan levyisiä jälkiä, joista oli havaittavissa kulutuspalan reunojen aiheuttamat painaumat. Haastattelin HA2:n ja KA3:n pinnantarkastajia ja hyvin monet heistä olivat havainneet, että jälki on useasti leikkauslinjalle tullessa rullan sisä- tai ulkokehällä ja lisäksi toispuoleinen. Joko rullan toisella reunalla jälki oli haaleampi tai jälki näkyi molemmilla puolilla yhtä voimakkaasti ja havaittavissa oli syvempi painauma jäljen toisessa reunassa. Tarkastajat olivat myös kiinnittäneet huomioita siihen, että RAP 5:ltä tulleissa rullissa oli poikkeuksellisen paljon pihdin tassun jälkiä, vaikka RAP 5:llä ei prosessinostureita ole lainkaan. RAP:ltä kylmävalssaamo 1:lle leikkaukseen lähetetyt rullat tuodaan pääsääntöisesti OSPAUT L-lavettirampille, josta ASN13 tai ASN16 nostaa rullat varastoon. Tämä vahvisti taas epäilyjä, että FGaut-varaston nostureiden toiminnassa olisi jotain poikkeavaa.

4.1.2 Automaattinosturit

Virhemäärien suhteellisen nopea kasvu ihmetytti jo työtä aloittaessa, sillä mitään muutoksia ei ollut tehty nostureiden tai varastojen osalta, mikä selkeästi voisi selittää virhemäärien muutoksen. Nosturihuolto tekee säännöllisiä huoltoja ja tarkistuskierroksia nostureihin niin mekaniikan kuin automatiikankin osalta. Virheen aiheuttajia on etsitty alusta lähtien yhteistyössä nosturihuollon kanssa, eikä mitään selittävää tekijää kunnossapidon puolelta ole löytynyt. Paikoituksen tarkkuuteen vaikuttavia kunnossapidollisia asioita ovat mm. köysien, välipalkkien, sivuohjauspyörien, kääntökehän ja pihdin kehdon kunto sekä nosturin paikkaa mittaavat anturit ja niiden toiminta. Nämä tarkastettiin ja esimerkiksi ASN13 ja ASN16 välipalkit vaihdettiin. Mitään ratkaisevaa nostureiden mekaniikasta ei kuitenkaan paljastunut, joka voisi selittää paikoituksen suhteellisen nopean muuttumisen.

Automaattinostureiden toiminnan tarkempi silmämääräinen seuranta paljasti, että aiemmin havaitut paikoitusongelmat olivat ehkä luultuakin vakavampia. Rullat pyörähtivät nosto- ja jättötilanteissa välillä erittäin pahan näköisesti ja laskeutuivat rullatelineille ja rampeille rymisten. Osassa varastoa paikoitus saattoi olla täysin kohdallaan, kun taas viereisen paikan rulla pyörähti todella paljon. Ongelma oli havaittavissa erityisesti ASN13 ja ASN16 alueella, mutta myös ASN22 pyörähdyksistä oli raportoitu niin

käyttöhenkilöstön kuin nosturihuollon ja muiden osapuolien toimesta. Halkaisulinja 6:n 420-romutusmäärät vahvistivat epäilystä, että myös tämän linjan nosturin paikoituksessa saattaisi myös olla jotain vikaa.

Pitkien hallien metallirakenteissa tapahtuvat lämpötilavaihtelut vuodenaikojen mukaan liikuttavat jonkin verran myös nosturirakenteita, jonka seurauksena nostureiden paikoitus saattaa muuttua vuosien saatossa vähitellen. Vaikka virhemäärät ovat nousseet nopeasti, eivät paikoitukset ole muuttuneet yhtäkkiä, vaan muutokset ovat tapahtuneet hitaasti vuosien saatossa. Samaan aikaan välipaperin käyttöä on vähennetty ja laadunseuranta tarkentunut. Kuljetusvirheiden määrä on alkanut mahdollisesti korostua, kun muita virheitä on saatu kitkettyä pois ja laatuvaatimukset tiukentuneet. Sekä ASN13/ASN16 että HA6:n nosturi ASN22 ovat sijoittuneet kaikki kylmävalssaamon ulkoseinustoille joihin lämpötilamuutokset vaikuttavat eniten. Lisäksi FG-halli on rakennettu kahdessa eri osassa, joten sillä voi olla myös vaikutusta nosturiradan elämiin.

Hyvin tyyppillisesti romutettu rulla oli viimeistelyvalssattu ja kulkenut joko ASN16 tai ASN13 tai molempien kautta leikattavaksi leikkauslinjoille. Kun jonkinlainen varmuus virheitä aiheuttavasta nosturista saatiin, virheiden alkuperä voitiin todentaa helposti seuraamalla VV2AUT-varastoon viimeistelyvalssattaviksi tulevia rullia. Rulla tulee tyyppillisesti HP4:ltä vihivaunulla VV2AUT:n tai FGAUT:n vihirampille. Tässä vaiheessa jälkiä ei havaita vielä sisäkehällä. Tämän jälkeen ASN16 nostaa rullan varastoon. Rulla nostetaan varastosta ASN16:lla linjaan. Viimeistelyvalssauksen jälkeen se nostetaan linjan askelpalkilta varastoon tai suoraan vihirampille. Rullan nostaa varastosta vihirampille ASN13 tai ASN16, josta se lähetetään leikattavaksi. Valssauksen jälkeen rullissa oli havaittavissa nosturin pihtien jälkiä sisäkehällä. Monessa tapauksessa jälki saattoi näkyä ulkokehällä, sillä nauha kelautuu VV2:lla toisinpäin. Ulkokehälle jääneet jäljet olivat havaittavissa vasta leikkauslinjoilla, kun rullan sidonta avattiin. Myös pinnantarkastajien havainnot kantopinnan jäljistä rullien ulkokehällä vahvistivat epäilystä, että suurimmat 420-virheiden aiheuttajat olisivat ASN16/ASN13 ja erityisesti ASN16, joka käsittelee rullia ennen viimeistelyvalssausta.

Havainnot tukivat myös ajatusta, että manuaalinostureiden toiminnalla ei olisi niin suurta vaikutusta kuin aluksi ajateltiin.

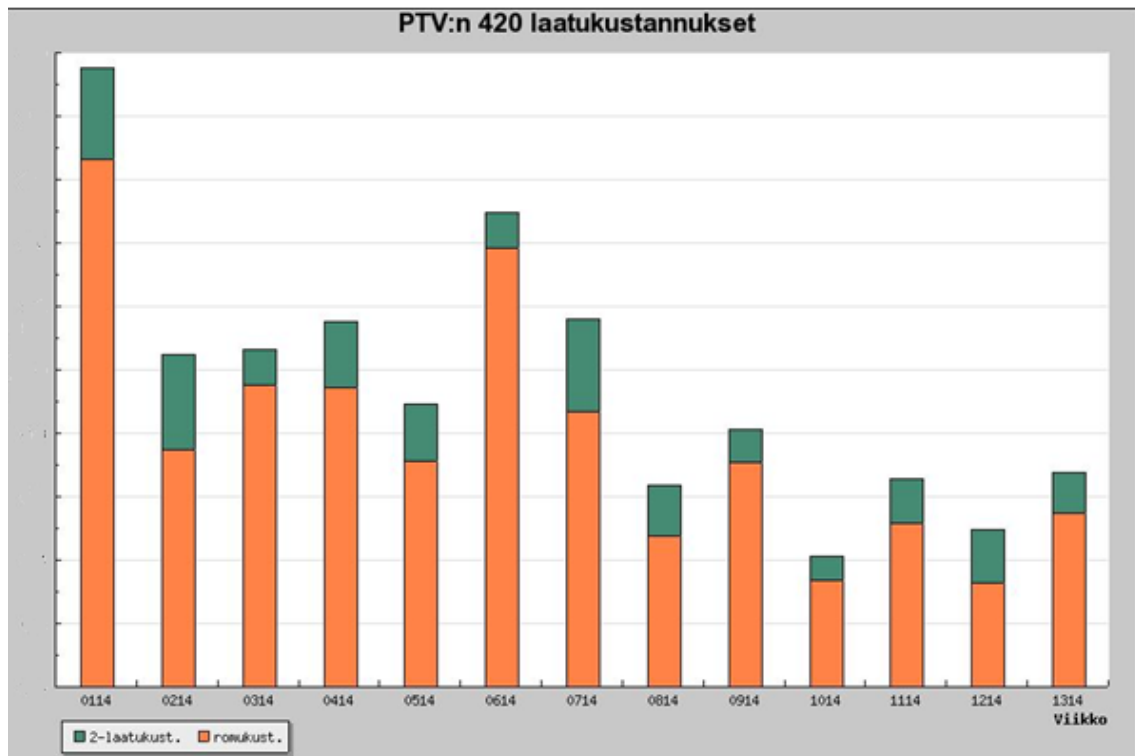
Automaattinostureiden paikoitusta voidaan muuttaa pre-set-arvoa muuttamalla, jolloin koko varaston paikoitus siirtyy haluttuun suuntaan saman verran jokaisella varastopaikalla. FG-hallin nosturit paikoittivat osassa hallia hyvin ja osassa huonosti, joten pre-set:n muuttamisesta ei ollut hyötyä. Ongelmakohta siirtyi vain toiseen paikkaan varastoa. Nosturin hallintaohjelmiston kautta voidaan kuitenkin muuttaa yksittäisen varastopaikan sijaintia. Paikoituksia ei oltu tietävästi aiemmin muutettu tällä tavalla, joten ennen töiden aloitusta oli tehtävä hiukan lisäselvityksiä. Aloimme järjestelmällisesti käymään HA6:n ja FG-hallin automaattivarastojen varastopaikkoja lävitse. Marraskuun lopussa aloitettiin paikoitusten korjaukset HA6:n varastosta, sillä pienestä varastosta aloittaminen oli helpointa.

Halkaisulinja 6:lla 420-virheitä oli kirjattu huomattavia määriä. Linjaa palvelevan ASN22 toiminnan seuraaminen paljasti, että nosturin paikoitus oli etenkin tulopuolen HA6IN-varastossa epätarkka ja rulla pyörähti telineessä nosto- ja jättötilanteissa. Paikoitusten korjaukset oli helpoin aloittaa juuri tästä varastosta, sillä siinä oli ainoastaan kymmenen rullapaikkaa. Teimme korjaukset yhteistyössä nosturihuollon kanssa. Jokainen rullapaikka sekä vihi- ja lavettirampit tarkastettiin romurullaa siirtelemällä, jotta minimoitaisiin lisävahingot. Tarvittavat koordinaattimuutokset tehtiin nosturin varastohallintajärjestelmään HA6:n valvomossa. Jokainen varastopaikka käytiin läpi romurullaa siirrellen varastopaikka kerrallaan. Yksi henkilö seurasi nosturin liikkeitä lattiatasolla ja kertoi puhelimen välityksellä suunnan ja senttimäärän, miten paikoitusta olisi korjattava. Valvomossa oleva materiaalinsiirron valvoja muutti ilmoituksen mukaisesti varastopaikan sijaintia. Samaan varastopaikkaan tehtiin vielä uusi siirtokäske. Siten varmistettiin, että paikoitus todella korjaantui. Koordinaatteja jouduttiin muuttamaan useita senttimetrejä nosturin sillan suuntaisesti. Paikoitussäätöjen jälkeen linjan käyttöhenkilöstöltä saatu palaute ja oma seuranta varmistivat, että paikoitusongelmat olisi saatu kuriin HA6:lla. Korjausten jälkeisiä 420-romutuksia tarkastellessa kävi ilmi, että HA6:lla tehtyjen romutuksien rullista vain yksittäisiä rullia oli käsitellyt ASN22. Pääosin kaikki Halkaisulinja 6:lla havaitut käpälänjälkirullat olivat viimeistelyvalssattuja,

ASN13/ASN16 käsittelemä ja vihivaunulla VV2:lta HA6:n linjaan siirrettyjä. Tämä antoi lupaavia tuloksia ja varmistuksen sille, että myös ASN13:n ja ASN16:n sillan paikoitukset olisi tarkastettava.

Kun nostureiden mekaniikka oli tarkastettu ja tarvittavat korjaustoimenpiteet tehty, voitiin aloittaa ASN13 ja ASN16 paikkakorjaukset VV2aut- ja FGaut- varastoista viikolla 5. Varastojen täyttöaste oli melko korkea korjaushetkellä, joten asiakasrullille jouduttiin tekemään ylimääräisiä siirtoja, jotka näkyivät seuraavan viikon romutusmäärissä (Kuva 8). Korjauksia jatkettiin FGaut- varaston osalta viikolla 7. Suurimmat koordinaattimuutokset joita tehtiin, olivat yli 10cm. Näin suuri epätarkkuus on varmasti aiheuttanut rulliin jälkiä jo pitkän aikaa. Erityisesti varastojen päätypaikoissa oli paljon korjattavaa. Lähtötilanne ja koordinaatteihin tehdyt muutokset kirjattiin ylös ja dokumentoitiin. Tuloksia alkoi näkyä hyvin pian (Taulukko 4).

Taulukko 4 Laatukustannukset (€/t) viikoittain (420) paikoituskorjausten aloittamisen jälkeen (Outokummun sisäinen intranet, Coldweb, hakupäivä 14.4.2014).



Koska tulokset olivat hyvin lupaavia, päätettiin myös ASN17 paikoitukset tarkastaa BCaut- varastossa viikolla 13. Myös sieltä löytyi korjattavaa, mutta ongelma ei siellä ollut niin suuri kuin FG-hallissa ja HA6:lla.

4.1.3 Välipaperi

420- virheet lähtivät nousuun alku kesästä vuonna 2012. Samoihin aikoihin tuotantolinjoilla astui voimaan uusi ohje, jonka mukaan hehkutus-peittauslinjojen ja viimeistelyvalssainten välillä jätetään välipaperi pois yli 1mm austeniittisilla eli ruostumattomilla ja haponkestävillä laaduilla. Valtaosa 420-virheelle romutetuista laaduista on nimenomaan ruostumattomia ja haponkestäviä viimeistelyvalssattuja nauhoja. Vaikka pääsääntöisesti 420-virheestä johtuvat romutukset ovat alle 1mm materiaaleille tehtyjä, niin myös paksuudeltaan yli millimetrisissä nauhoissa virhettä esiintyi. Välipaperin pois jättämisellä ennen viimeistelyvalssain 2:a voi mahdollisesti olla jonkinlainen vaikutus vir-

heiden kasvuun. Ilman välipaperia nosturin kantopinnan aiheuttama jälki pääsee painumaan entistä syvemmälle nauhan kerroksiin.

4.1.4 Pinnantarkastus

Koska 420- virhe on ollut viime aikoina paljon esillä ja sitä esiintyy paljon, on myös mahdollista, että tutun virhekoodin nimiin olisi pienempi kynnys kirjata muitakin rullan virheitä. Tällöin 420-virheen todelliset romutustonnimäärät olisivat luultua pienempiä. Tällaista on kuitenkin vaikea todentaa, mutta leikkauslinjoilla suorittamien haastattelujen perusteella se ei olisi täysin tavatonta. Pinnantarkastajien yksilölliset erot vaikuttavat virheiden kokonaismäärään ja virheiden tunnistamiseen. Pinnantarkastus on manuaalista työtä ja työtä tekee eri leikkauslinjoilla pelkästään yhdessä vuorossa seitsemän tarkastajaa. Näkemykset virheistä ja niiden aiheuttajista voivat poiketa toisistaan. Toinen tarkastaja romuttaa vain välttämättömän määrän ja toinen ei ota mitään riskejä ja romuttaa paljon ylimääräistä. Vuosien mittaan tarkentunut laadunseuranta- ja valvonta nostavat osaltaan myös tilastoituja kuljetusvirheiden määriä, sillä tietoisuus kuljetusvirheistä on lisääntynyt ja niihin on alettu kiinnittää enemmän huomiota.

Kuljetusvirheiden luokittelu osoittautui mielestäni loppujen lopuksi hieman haastavaksi. Laatukäsikirjassa on kuvailtu kaikki kuljetusvirheet lyhyesti, mutta niissä on paljon tulkinnan varaa. Ulkokehävirhe ja osarullien varastointijäljet ovat hyvin samankaltaisia pintavirheitä, sillä molemmat virheet näkyvät rullan ulkokehällä. 429 on kuitenkin syntynyt varastoinnin yhteydessä, kun taas 421-virhe aiheutuu nosturin aiheuttamista vaurioista. Näiden kahden virheen ja niiden aiheuttajan välisiä eroja pinnantarkastajan on hankala eritellä silmämääräisesti. Myös virheen 428, käsittely- sisäinen kuljetusvirhe, määritelmä on hyvin ympäröity ja tulkinnan varainen. Se on helposti sekoitettavissa moneen muuhun kuljetusvirheeseen. Tuotevarastoissa on nähtävissä usein rullia, joiden reunat ovat vaurioituneet. Tälle virhetyypille ei ole olemassa omaa virhekoodia, mutta pääsääntöisesti se luokitellaan 420 virheeksi, koska on nosturin aiheuttama. Mahdollista on, että reunaruttua merkitään myös 421 virheenä. Juurisyy reunojen ruttaantumiselle on kuitenkin usein linjojen huono kelaus. Reunarutulle olisikin hyvä tulevaisuudessa

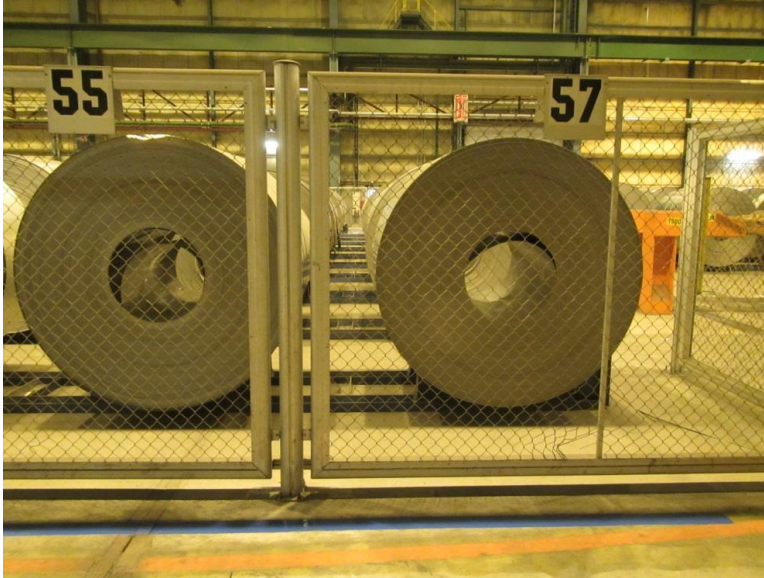
saada oma virhekoodinsa. Nosturin kantopinnan jälkiä (420) oli havaittu usein myös rullan ulkokehällä, koska jos jäljet syntyvät ennen linjaan menoa, niin aiemmin sisäkehällä ollut virhe kääntyy ulkokehälle linjasta ulos tullessa. Tästä johtuen oli hieman epäselvää, millä virhekoodilla tällaisessa tapauksessa kantopinnan jälki merkataan. Kaikista selkeintä olisi, jos ainoastaan nosturin kädäpäiden aiheuttamat painaumat merkattaisiin 420- virheellä ja muille sisäkehävirheille saataisiin oma virhekoodinsa.

Kuljetusvirheiden merkitsemistavoissa on eroja tarkastajasta riippuen. Jatkossa olisi hyvä järjestää jonkinlainen lisäkoulutus tarkastajille, jotta virheiden merkitseminen noudattaisi samaa linjaa joka paikassa. Myös virhekoodiston päivittämistä olisi syytä harkita, jotta kaikille virhetypeille löytyisi selkeä oma koodi. 420-virheeksi merkattaisiin jatkossa vain nosturin kädäpäiden aiheuttamat jäljet, olivat ne leikkauslinjoille tullessa sisä- tai ulkokehällä. Reunarutulle olisi myös järkevää antaa oma virhekoodi. Vaikka sekä reunarutun että kädäpäiden jäljen aiheuttaa nosturi, on näiden kahden virheen perimmäinen syy täysin eri. Tulevaisuudessa voitaisiin puuttua virheiden aiheuttajiin helpommin, kun tiedettäisiin varmuudella millainen vaurio on kyseessä.

4.1.5 Tuotantolinjojen toiminta

Tuotantolinjojen henkilöstön toiminnalla on myös vaikutusta rullan sisäkehävirheiden syntyyn. Ohjeessa ”Tuoterullan eteenpäin toimituskuntoon laitto” (Liite 4) kerrotaan, että rullien sisäkehät tulisi liimata ennen eteenpäin lähetystä. Tuotevarastoja kierrellessä voi silti havaita, että aina näin ei tapahdu (Kuva 8). Nosturin nostaessa rullaa roikkuva sisäkehä voi hangata rullan seuraavaa kerrosta, etenkin jos välipaperia ei ole. Roikkuvat sisäkehät aiheuttavat kädäpäiden jäljen lisäksi muita ongelmia materiaalinsiirrossa ja – käsittelyssä. Automaattinosturit menevät häiriölle, kun nosturin valosilmä osuu roikkuvaan sisäkehään. Tämä luonnollisesti hidastaa materiaalin kulkua, kun materiaalinsiirron valvoja joutuu käydä kuittaamassa virheitä tai ajamaan automaattinosturia radio-ohjaimella. Sama ongelma toistuu käärintäkoneella, kun käärintäkehä menee samasta syystä häiriölle. Käärintäkehän häiriöt voivat taas aiheuttaa sen, että kehää joudutaan pyörittämään manuaalilla hieman, jotta rulla saadaan käärittyä

loppuun ja tällöin rullaan voi jäädä kaistale ilman kalvoa. Huono käärintä altistaa rullan jatkokäsittelyissä myös muille kuljetusvirheille, kuten ulkokehävirhe, ruoste/kosteus. Lisäksi rullien huonosti kelautuminen aiheuttaa helposti rullien reunojen ruttaantumisen nosturikäsittelyissä.



Kuva 8 Rullien löysät sisäkehät

4.1.6 Satama

Satamassa teräsrullat lastataan laivaan satamanosturilla. Myös sataman nosturinkuljettajien työskentelyllä on vaikutusta kuljetusvirheisiin. Satamassa nosturityöskentely on huomattavasti vaativampaa kuin kylmävalssaamalla tehdashallissa. Sääolosuhteet, korkeampi nosturi sekä epätasaiset nosto- ja laskualustat tekevät työstä paljon haastavamman. Emorullien kuljetusvirheitä ei tilastoida Tornion laatuvirheisiin, vaan näkyvät vasta Terneuzenin tilastoissa. Sataman rullapihdeissä on samantyyppiset suojamuovit (Kuva 9) kantopinnoissa kuin kylmävalssaamon loppupään manuaalinostureissa ja myös niiden kuntoa seurataan jollain tasolla. Satamatyöskentely on usein hyvin hektistä. Kuljettajien pitäisi kuitenkin pitää mielessä ettei tiukat aikataulut saisi mennä koskaan laadun edelle.



Kuva 9 Satamanosturin kantopinnat

4.1.7 Vihivaunut

Myös vihivaunut voivat aiheuttaa vaurioita tuotenuhoihin. Vihivaunujen modernisointiprojekti aloitettiin tuurnavihivaunuille vuonna 2012. Projektin aikana kaikkiin vihi-vaunuihin muutetaan ohjausjärjestelmä lankaohjauksesta laserohjaukseen. Modernisoi-tujen tuurnavaunujen navigointitarkkuudessa on ollut käyttöönottovaiheessa epätark-kuuksia. Ristille rullaa tuodessa voi epätarkka navigointi aiheuttaa osumia ristiin ja näin ollen sisäkehä vaurioitua (Kuva 10). Vihivaunun aiheuttama sisäkehävaurio on myös mielestäni hieman hankala luokitella mihinkään virheeseen. Se ei ole nosturin aiheutta-ma sisäkehävaurio (420), eikä se ole myöskään ulkokehällä (421).



Kuva 10 Vihivaunun aiheuttama vaurio

4.1.8 Johtopäätökset ja jatkotoimenpiteet

Vaikka virheet näyttäisivät syntyvän pääosin automaattinostureista, myös miehitettyjen nostureiden kuljettajat voivat vaikuttaa omalta osaltaan virheiden syntyyn. Tornion ja Terneuzenin satamanostureiden kuljettajia olisi hyvä tiedottaa ajankohtaista kuljetuksiin liittyvistä laatuasioista ja mahdollisesti järjestää pienimuotoista laatukoulutusta ja näin lisätä laatutietoisuutta. Sataman työntekijöille olisi tärkeä saada myös mahdollisuus raportoida havaituista laatupoikkeamista. Automaattinostureiden paikoituskorjaukset tulisi saattaa loppuun kaikissa loppuissa kylmävalssaamon automaattivarastoissa mahdollisimman pian. Nostureiden paikoitusta on seurattava korjaustoimenpiteiden jälkeenkin, jotta mahdollisiin muutoksiin voidaan puuttua nopeasti. Kaikki nosturiohjelmistoon tehdyt koordinaattimuutokset tulee kirjata ylös ja myös tulevaisuudessa tehtyjä muutoksia päivitettävä varastokarttoihin. Varastokarttoja ylläpitää kuljetus- ja lähetysalueen päivätyönjohtaja, jolle tehdyt muutokset ilmoitettava. Muutokset olisi tehtävä mielellään vain päivävuoron materiaalinsiirron valvojan toimesta, sillä hänellä on tarvittavat oikeudet järjestelmään. Automaattivarastojen rullakehtojen kunnolla on myös vaikutusta paikoituksen

tarkoitukseen. Kuluneet rullakehdot tulisi vaihtaa tarvittaessa uusiin ja niiden kuntoa seurattava. Etenkin varastojen eniten käytössä olevien varastopaikkojen kuntoa on tarkkailtava erityisesti. Automaattinostureiden pihtien suoruuteen on kiinnitettävä huomioita köyden vaihdon yhteydessä ja myös normaaleilla tarkastuskierroksilla.

Jatkossa olisi syytä tiedustella nostoapuvälinetoimittajilta, onko heillä ratkaisuja sisäkehäongelmiin. Jos sisäkehävirheitä ei tahdota jatkossa esiintyvän lainkaan, voitaisiin sisäkehällä alkaa käyttää ohuimmissa materiaaleissa pahvisia osaleveyshylsyjä. Pahvihylsyjen käyttö tarkoittaisi lisää kustannuksia, mutta tulevaisuudessa se olisi pois laatukustannuksista ja asiakasreklamaatioista. Pahvihylsyjen käyttöä sisäkehällä on jo testattu aiemmin muutamia kertoja ja testien tuloksena saatiin virheettömät sisäkehät kaikkiin testattuihin rullin. Pahvihylsyjen käyttöön liittyy kuitenkin vielä joitain ongelmia kelausissa, sillä osaleveys hylsytys ei pidä kelausta tarpeeksi paikallaan ja rulla kelautuu teleskoopille. Hylsyjen käytöllä voitaisiin tulevaisuudessa kuitenkin varmistaa rullan laadukas siirto asiakkaalle asti ja tämä estäisi myös muita laatuvirheitä, kuten kelaintaite (virhekoodi 317). (Kaakkuriniemi, 2014).

4.2 Rullan ulkokehävirhe 421

Rullan ulkokehävirheitä kirjataan sekä Tornion että Terneuzenin tehtailla, mutta erityisesti niitä tilastoidaan paljon Hollannissa. Ulkokehä virheellä tarkoitetaan kuljetuksesta aiheutuneita ulkokehävaurioita. Vahingon voi aiheuttaa nosturinkuljettaja huolimattomalla tai ohjeiden vastaisella toiminnalla (Ohje: rullien varastointi) tai automaattinosturi poikkeustilanteissa. Rullan väärin päivittyminen tai päivittämättä jättäminen automaattivarastoissa voi aiheuttaa automaattinostureille rullan päälle laskuja. Usein nämä automaattinostureiden päällelaskutilanteet tapahtuvat siten, että nosturia on ajettu radio-ohjaimella ja unohdettu päivittää rulla varastoon. Tämän jälkeen nosturi laskee seuraavan rullan päivittämättömän rullan päälle. Myös rullien väärät halkaisijatiedot aiheuttavat vastaavanlaisia vaurioita, kun nosturi ei ymmärrä hiljentää laskuvauhtia tarpeeksi ajoissa.

Vihivaunu- ja lavettiramppien irronneet ja huonokuntoiset suojamuovit tai koholla olevat pultit voivat aiheuttaa tuotenuhojen ulkokehälle jälkiä. Tarkastamalla kaikki kylmävalssaamon vihi- ja lavettiramppien muovit havaittiin useissa muoveissa repeytymiä, kuluneisuutta ja puutteita kiinnityksissä. Toimenpiteenä kuljetus- ja lähetysalueen vuorottajat käyvät kerran kuukaudessa tarkastamassa kaikki vihi- ja lavettirampit ja raportoivat rikkinäisistä muoveista ja kiinnityksistä esimiehelleen. Myös kaikenlaiset muut rullan kolhiintumiset kuljetuksessa voivat vaurioittaa rullan ulkokehää. Rullien putoaminen tai kaatuminen varastoinnin yhteydessä voi aiheuttaa teräsnauhoille mittavia vahinkoja ja vahingoittaa samalla myös ympärillä olevia rullia. Nämä ovat tosin hyvin harvinaisia tilanteita, mutta eivät tavattomia.

Lähtetäessä paketit voivat kolhiintua teräksen lastaajien käsittelyssä. Rulla- tai levypaketti voi pudota trukin piikeistä tai kuljettaja voi muuten varomattomasti käsitellä paketteja. Nämä eivät kuitenkaan näy sisäisissä tilastoissa, vaan tulevat ilmi reklamaatioiden kautta.

On myös harvinaisempia poikkeustilanteita, jolloin ulkokehä voi vaurioitua. Käyn seuraavaksi läpi tapauksia, jotka voivat aiheuttaa piikkejä 421- virheen tilastoissa. Urakoitsija vastaa Tornion tehtaan rullakuljetuksista siihen suunnitelluilla rullalavettiautoilla, vetomestareilla (Liite 5). Rullien kuljetus tapahtuu kuuma- ja kylmävalssaamoiden välillä. Lisäksi rullia ajetaan kuumavalssaamolta sekä molemmilta kylmävalssaamoilta suoraan satamaan laivattavaksi. Rullien siirto tapahtuu lavettiramppien kautta. Lavettiauton kuljettajilta vaaditaan erityistä huolellisuutta. Talviaika tuo luonnollisesti omat haasteensa painavan kuorman kuljettamiseen. Lavettiautojen kunnossapitämiseen täytyy kiinnittää huomiota, sillä esimerkiksi rullatukien toimintahäiriöt voivat aiheuttaa erittäin vakavia vaaratilanteita, jos rulla tai rullia pääsee putoamaan lavetin kyydistä kuljetuksen aikana. Myös renkaiden on oltava kunnossa ja ajonopeuksien maltillisia, sillä talviolosuhteissa on olemassa tieltä suistumisen riski. Jäänestosta lavettiautojen rullapaikoilla ja lavettiramppien edustoilla on huolehdittava talvisin, jotta rullaliikenteen turvallisuus ja sitä kautta laadukkuus voitaisiin taata. Rullan pudotessa lavettirampilta tai lavettiautosta ovat vauriot aina suuria. Näissä tapauksissa tuotemateriaali ei ole ainoa vauriokohde, vaan myös kuljetuskalusto sekä lavettiramppien ympäristö saavat osansa. Lisäksi henki-

lövahinkoja voi sattua. Rullat vaurioituvat tämän kaltaisissa tilanteissa pahasti ja jopa kokonainen 25tonnin rulla voidaan joutua romuttamaan täysin 421-virheellet. Tällaiset tapaukset aiheuttavat piikkejä yksittäisen laatuvirheen tilastoissa. Rulla putosi lavettiauton kyydistä teknisen vian seurauksena elokuussa 2013 ja koko rulla jouduttiin romuttamaan kokonaan pahojen ulkokehävaurioiden vuoksi (Kuva 12, Kuva 13 ja Taulukko 5). Tällaiset tilanteet ovat kuitenkin erittäin harvinaisia ja ne ovat aina vakavia vaaratilanteita. (Outokummun sisäinen intranet, hakupäivä 13.1.2014).

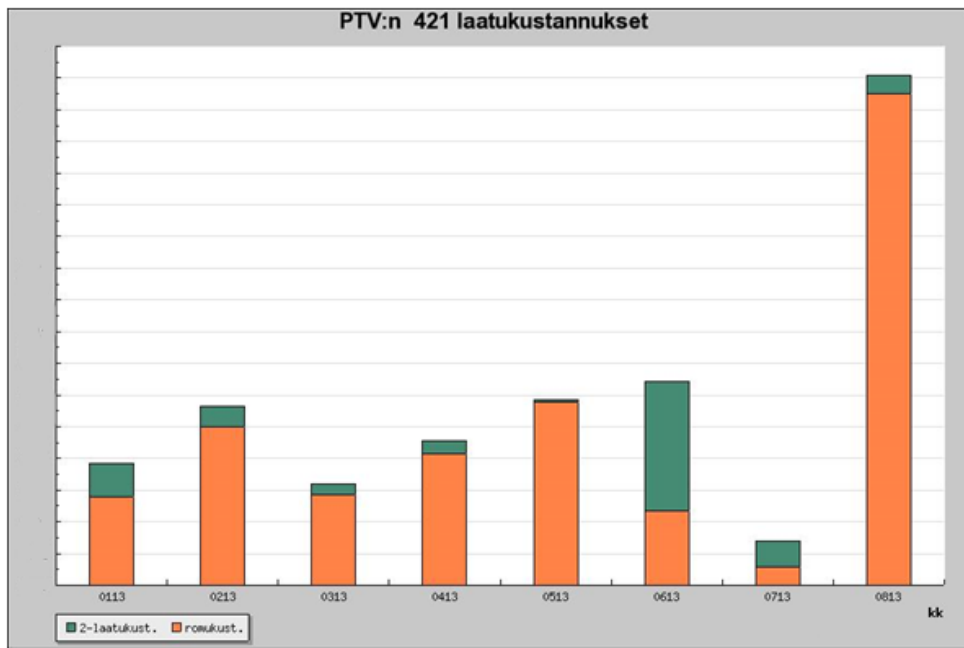
Henkilötiedot	Ilmoituksen tiedot	Arviointi	Tutkinta	Toimenpiteet	Hyväksyntä	Jakelu	Organisaatio	Liitteet	Historia
Pakollinen tieto *									
Alue:									
Tilannepvm: *		06.08.2013		Tilannekko: *		14.00			
Mitä ja Missä: *		Lavetti oli kuljettamassa satamaan rutia. Kuskista katsottuna ensimmäinen rulla tippui lavetin kyydistä osuen lavetin reunaan, siitä asfalttiin ja vyöryi ojan penkalle.							
Miksi ja Miten:		Todennäköisesti rullatuki ovat olleet jostain syystä alhaalla.							
Seuraukset:		Rulla vaurioitui ja jäi pois laivasta. Rulla kiertävältä tarkastajan tarkastukseen. Lavettiin tuli kolhu.							
Valittomat toimenpiteet: *		Vaurioitunut rulla kuljetettu pois ojan penkalta ja sieltä nikkoutuneen asfaltin paikkaus. Lisäksi kuskien puhallutettiin. Tapaturman syytä selvitettiin yhdessä urakoitsijan kanssa.							
Ehdotus toimenpiteiksi:		-							
Edellinen Jatka									

Kuva 11 Vaaratilanne elokuu 2013



Kuva 12 Vaaratilanne elokuu 2013

Taulukko 5 Laatukustannukset (421) 2013/01-2013/08 (Outokummun sisäinen intranet, Coldweb, hakupäivä 3.2.2014).



4.3 Ruoste 424

Jotta terästä voidaan kutsua ruostumattomaksi teräkseksi, pitää siinä olla kromia vähintään 12 % ja hiilen osuus olla korkeintaan 1,2 %. Ruostumattomiksi teräksiksi kutsutaan teräslajeja, joille on ominaista hyvä korroosionkestävyys. Niiden korroosionkestävyys perustuu kromiin. Kromi reagoi hapen kanssa ja muodostaa suojaavan kalvon teräksen pinnalle. Suojakalvon muodostumista metallipinnalle kutsutaan passivoitumiseksi. Passiivikalvo on äärimmäisen ohut ja valoa läpäisevä, siksi pinta on metallisen kirkas. Passiivikalvoon käytössä syntyvät naarmut ja muut rikkoutumat korjautuvat itseksen happeavassa ympäristössä

Yleisesti luullaan, ettei ruostumaton teräs voi ruostua, mutta se on kuitenkin mahdollista sopivissa olosuhteissa. Ruostuminen on eräs korroosion ilmenemismuoto. Korroosiolla tarkoitetaan metallin reagoimista ympäristönsä kanssa. Kun raudan tai tässä tapauksessa teräksen pintaan tulee särö ja se pääsee vuorovaikutuksiin kosteuden kanssa, materiaali ruostuu. Ruoste on ainetta, joka muodostuu rauta-atomien hapettuessa veden ja hapen

vaikutuksesta. Esimerkiksi suolainen merivesi ja ilman epäpuhtaudet nopeuttavat ruostumista. (Paukkunen 2010; Tieteen Kuvalehti nro 13, 2001.)

Torniosta Terneuzenin tehtaalle lähetetyissä rullissa on havaittu kosteutta. Valmiit kylmänauhat kääritään muoviseen käärintäkalvoon siihen suunnitellulla käärintäkoneella ennen lähetystä. Käärintäkoneita on kylmävalssaamo 1:llä kaksi. Toinen on OSPAUT-varastossa ja toinen HA6-linjan päädyssä. RAP 5:llä on lisäksi oma käärintälaitteisto. Jos käärintä epäonnistuu tai kääre rikkoutuu, kääreen sisään pääsee kosteutta tai vettä. Tällöin kromin ja hapen muodostama passiivikalvo voi vaurioitua ja ruostumaton teräs ruostuu normaalin teräksen tapaan. Ruostumaton teräs värjäytyy, ruostuu ja jopa syöpyy, mikäli se joutuu kosketuksiin kloorin, suolojen tai ruostuvien metallien kanssa. Eli jos teräs ensin kolhiintuu ja joutuu laivamatkalla kosketuksiin suolaisen meriveden ja epäpuhtauksien kanssa on ruostuminen täysin mahdollista.

Outokumpu varastoi tuotteensa aina säältä suojassa, mutta asiakkaiden varastointimenetelmiä on hankala selvittää. Lisäksi jos laivauspäivänä sataa, voi revenneiden käärintämuovien sisään päästä sadevettä, eikä kosteus pääse kuljetuksen aikana poistumaan täysin kääreen sisältä. Laivojen ruumissa on kuitenkin tehokkaat puhaltimet, joiden pitäisi pystyä poistamaan kosteus laivamatkan aikana. 424-reklamaatiomäärät ovat selkeästi vuodenaikaan sidottuja. Sateisina ja kosteina vuodenaikoina eli keväisin ja syksyisin saadaan eniten ruoste-ja kosteusilmoituksia. Reklamaatiot tulevat kuitenkin aina viiveellä.

Ongelmaa tutkiessa kiinnitettiin huomioita siihen, että ruosteesta tai kosteudesta reklamoidut rullat olivat pääsääntöisesti valmistuneet RAP 5:llä. RAP 5:llä on oma käärintälinja. RAP 5:n tuotantoprosessi on nopea ja yhtäjaksoinen ja tuotteet kääritään pian linjasta valmistumisen jälkeen. Rullat ovat vielä lämpimiä käärittäessä, ja käärintälinjan jälkeen ne nostetaan kylmään korkeavarastoon odottamaan siirtoa satamaan. Syntynyt lämpötilaero aiheuttaa ilmiön, jota kutsutaan kondensaatioksi. Kondensoituminen on aineen olomuodon muutosprosessi, jossa kaasumainen aine muuttuu nesteeksi. Kaasumainen aine on joko kaasua tai höyryä. Höyryn ero kaasuun on se, että höyry voidaan tilavuutta muuttamalla muuttaa nesteeksi. Kaasussa liike-energia on niin suurta, ettei

kaasu voi muuttua nesteeksi ellei lämpötila laske. Tiivis käärintä pitää huolen siitä, että syntynyt kondenssivesi ei pääse pois teräksen ja muovikääreen välistä. Kosteus pysyy kääreen sisällä koko kuljetusmatkan ja menee vähintään viikko ennen kuin kääreet poistetaan Hollannin tehtaalla. Tänä aikana teräksen pintaan on voinut ehtiä muodostua ruostejälkiä kosteuden seurauksena. Usein kuitenkin rullissa on havaittavissa pelkkää kosteutta.

Ennen käytössä oli hiukan nykyistä ohuempi käärintämuovi, jolloin ruostereklamaatioita sattui harvemmin. Muovi kuitenkin repeili herkästi, joten muovi päätettiin vaihtaa paksumpaan ja kestävämpään. Kestävämpi käärintäkalvo on tosiasiassa nähtävästi vain pahentanut ruosteongelmaa ainakin RAP 5:n osalta. Käärintämuovin alkuperäinen tarkoitus on ollut suojata rullaa lialta, säältä ja ulkoiselta kosteudelta. Paksumpaan käärintäkalvoon siirryttäessä, kondenssiveden vaikutuksia ei osattu huomioida, joten kosteus ja ruoste ongelma yleistyi. Kylmävalssaamon rullissa samaa ongelmaa ei ole havaittu, vaan lämpö ja kosteus tiivistyvät vedeksi vain RAP 5:n rullissa.

Pakkausten kuntoa on seurattu OSP:n ja sataman välillä joka toinen viikko linjalaivassa tehdyillä käärintäkalvo auditoinneilla. Käärinnät olivat pääsääntöisesti hyväkuntoisia lähtiessä OSPAUT- varastosta, mutta laivan ruumassa niissä on havaittavissa repeytyksiä ja reikiä. Paksumpaan käärintäkalvoon vaihdettaessa huonokuntoisten käärintöjen lukumäärä väheni, mutta samalla alkoi ruosteesta johtuvien reklamaatioiden määrä kasvaa. Tornion ja Terneuzenin välillä kulkee neljä eri linjalaivaa. Kolme laivoista on saman varustamon laivoja ja ovat samankaltaisia ominaisuuksiltaan. Ruumassa olevat puhaltimet ovat näiden laivojen osalta hyvät, mutta neljännessä laivassa puhaltimet ovat heikoimmat.

Joulukuussa 2013 lähetettiin käärintämuoviton testierä RAP 5:n rullia Terneuzeniin. Laivassa, jossa testierä kuljetettiin, oli heikoin ruuman ilmanvaihto. 39 rullaa lähetettiin käärimättä ja 42 käärittynä. Vertailueränä oli 138 rullaa KYVA 1:lta. Lähetettyjen rullen rullanumerot ja käärintätieto kirjattiin ylös. Kun lähes 100 % rullista oli ajettu Hollannissa, RAP 5:n käärimättömissä rullissa havaittiin Hollannissa vain kolmessa rullassa selkeää kosteutta, kun taas käärityssä vertailuerässä kosteutta havaittiin yhdessätoista

(11) rullassa. KYVA 1:n kääriytyissä rullissa kosteutta oli havaittu vain kahdessa rullassa. Testi antoi rohkaisevia tuloksia siitä, että tulevaisuudessa RAP:n rullia ei ehkä tarvitsisi kääriä lainkaan. Testi aiotaan kuitenkin toistaa vielä uudestaan tulosten varmistamiseksi.

4.3.1 Johtopäätökset ja jatkotoimenpiteet

Tehdyt käärimättömyystestit antavat viitteitä siitä, että tulevaisuudessa käärintä RAP5:n osalta voitaisiin lopettaa. Jonkinlainen lika- ja roiskesuojaus olisi hyvä kuitenkin säilyttää, esimerkiksi ulkokehälle laitettavan muovin tai paperin muodossa. Rullia ei tarvitsisi kuitenkaan enää kääriä ympäriinsä. Laivojen kuivurit olisi hyvä yhtenäistää. Tällä hetkellä kolmen linjalaivan kuivurit ovat täysin riittävät, sillä ne kykenevät poistamaan rullien pinnalta kosteuden laivamatkan aikana. Toisaalta tiiviin käärinnän sisäpuolelle jäänyttä kondenssivettä on mahdotonta poistaa kuivureilla.

4.4 Osa rullien varastointijäljet 429 ja soljen painaumat 320

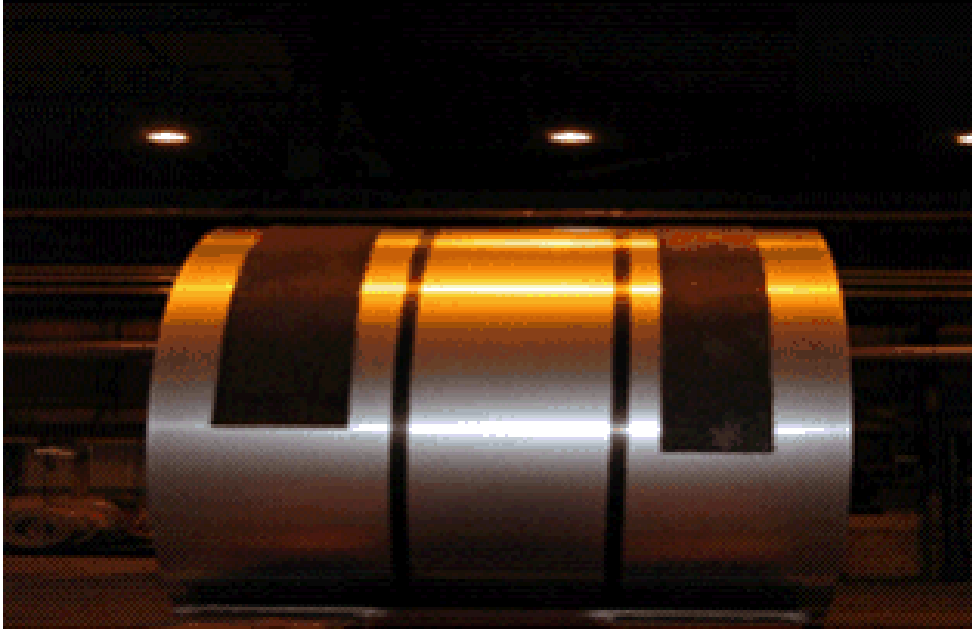
Rullien varastoinnissa käytetään kumisia loimilevyjä. Rullien loimituksella ehkäistään varastojälkien (429) sekä sidontavanteiden ja soljen painumien syntyminen (320). Jokaiseen HP1-, HP2-, HP4-, VV1-, VV2-, HIO-, VO- ja HR1 -linjalta lähtevään rullaan laitetaan kumiloimet (2 kpl). Loimet asetetaan rullien päälle siten, että loimien riippuma on sama rullan molemmilla puolilla (Kuva 13). Loimet laitetaan myös paksuihin materiaaleihin, koska varastoinnin aikana ne voivat merkata ohuita materiaaleja. Ohjeiden mukaisella loimien käytöllä voidaan estää varastointijälkiä merkittävästi.

Osarullien varastointijäljillä ja soljen painaumilla tarkoitetaan osittain samaa virhettä. Soljen painaumat merkataan täysillä rullilla virhekoodilla 320, kun taas osarullien jäljet ja naarmut voidaan merkata myös virhekoodilla 429, vaikka ne olisivat soljen tai sen lukon aiheuttamia. 429-virheeseen sisältyy myös muut varastoinnin aiheuttamat jäljet ja naarmut. Rullia varastoidaan kahteen kerrokseen, jolloin osarulliin voi syntyä erilaisia pintavirheitä ulkokehälle.

Soljen painauma voi näkyä ohuessa nauhassa useita satoja metrejä. Teräsrullat sidotaan jokaisen prosessivaiheen jälkeen vähintään kahdella sidontavanteella riippuen tuotantolinjasta, paksuudesta ja asiakkaasta. Pääsääntöisesti sitominen tapahtuu sitomakoneella, mutta osa rullista sidotaan myös käsin. Käsin sidottaessa on varottava kiristämästä vanetta liian tiukalle, jolloin jälkiä voi myös syntyä.

Rullien sidonnasta on laadittu työohje (Loimien ja soljenaluskumien käyttö KYVA:lla), joka määrittelee rullien sidonnan ja siirtelyn toimintatavat. Sidonnat voidaan tehdä joko kehäsidonnalla tai silmäsidonnalla tai molempia käyttäen. Sidottavien pankojen lukumäärä ja sidontatapa riippuvat materiaalin paksuudesta ja myös asiakkaasta. Sidontavanteiden solkien alle kuuluu laittaa soljenaluskumi, joka suojaa nauhaa soljen aiheuttamilta painaumilta (Kuva 14). Rullia varastoidessa voi sidontavanteen lukko aiheuttaa materiaalivaurioita. Nosturisiirroissa rulla voi päästä pyörähtämään ja solki jää joko painorullan kohdalle tai rullan oma paino kohdistuu lukon kautta rullaan. Yleinen ohje on, että lukon on jäätävä rullan sivulle. Mikäli nosturikuljettaja havaitsee pyörähtämisen, on hänen pyrittävä se oikaisemaan.

Väärät toimintatavat linjoilla aiheuttavat valtaosan 429 ja 320 virheistä. Joko soljenaluskumi jätetään pois tai asetetaan väärään kohtaan, jolloin lukko pääsee painumaan rullaa vasten tai rulla pyörähtää nostettaessa ja lukko jää rullan ylä- tai alaosaan. Yläosaan jäädessä lukko jättää jäljet myös päälle varastoitavaan rullaan ja lukon jäädessä alapuolelle vahingoittaa se itse rullan lisäksi myös mahdollista alakerroksen rullaa. Sidontavanne voi jostain syystä kiristyä liian tiukalle, etenkin käsin sidottaessa, jolloin rullan ulkokehälle jää sidontavanteen painaumia ja jälki voi näkyä useiden satojen metrin matkalla rullassa. Vaikka soljenaluskumeja käytettäisiin oikein, voi lukko vastata silti rullaan. Tarvittaessa olisi laitettava useampi aluskumi päällekkäin, jotta varmistetaan, ettei lukko paina ulkokehälle jälkeä. (Outokummun sisäinen intranet, hakupäivä 13.1.2014.)



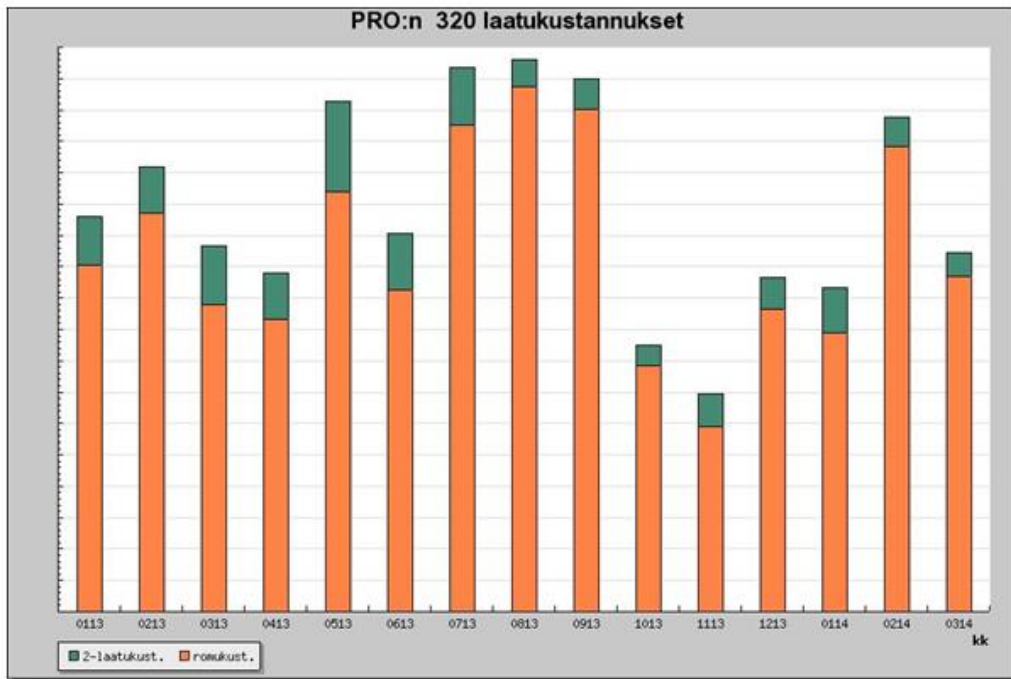
Kuva 13 Oikeaoppinen rullan loimitus



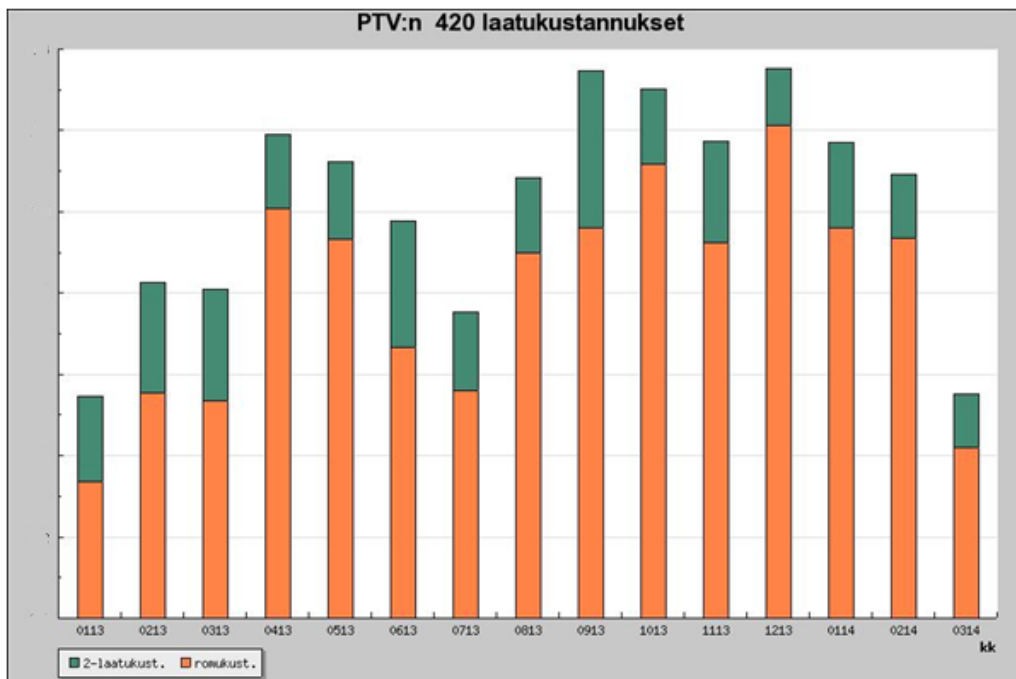
Kuva 14 Oikeaoppinen soljenaluskumen käyttö

Alla olevia taulukkoja (Taulukot 6, 7 & 8) vertaillen, 420 virhemäärien kehityksen rinnalla ei 320-virheiden määrissä ole havaittavissa selkeitä muutoksia. 421-virheen osalta jotain yhteyksiä 320 ja 421 virhemäärien muutoksilla on havaittavissa. Loppuvuodesta 2013 soljen ja pangan painaumien määrä on vähentynyt huomattavasti, kun taas samaan aikaan ulkokehävirheiden määrä on noussut.

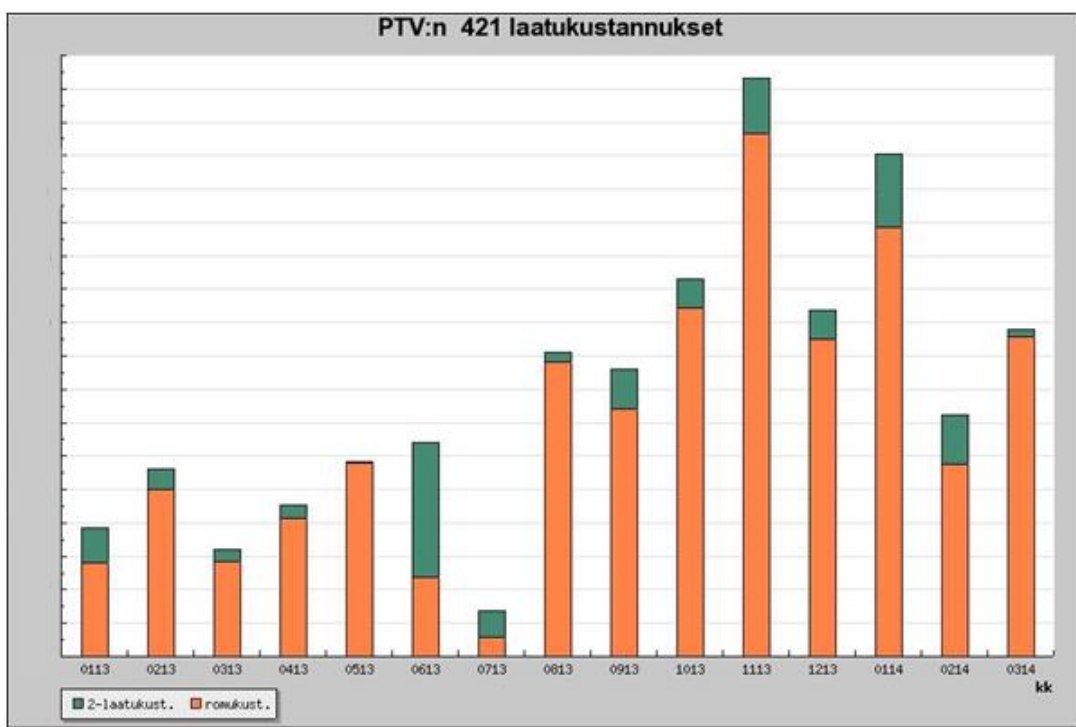
Taulukko 6 Laatukustannukset 320, 2013-2014/03 (Outokummun sisäinen intra-net, Coldweb, hakupäivä 14.4.2014).



Taulukko 7 Laatukustannukset 420, 2013-2014/03 (Outokummun sisäinen intra-net, Coldweb, hakupäivä 14.4.2014).



Taulukko 8 Laatukustannukset 421, 2013-2014/03 (Outokummun sisäinen intra-net, Coldweb, hakupäivä 14.4.2014).



5 POHDINTA

Opinnäytetyö oli aiheeltaan kaikin puolin mielenkiintoinen ja haastava. Kuljetusvirheisiin liittyi useita muuttujia, joilla oli vaikutusta virheiden syntyyn. Vaikka automaattinostureiden paikoitusongelmat olivat suurimmassa roolissa 420-virhemäärien kasvulle, pystyvät manuaalinostureiden kuljettajat edelleen vaikuttamaan omalla huolellisuudellaan virheisiin. Työohjeet kuljetusvirheiden välttämiseksi olivat kunnossa, eikä niihin nähty tarvetta tehdä muutoksia. Nykyiset käyttäjäkierrokset, kuten kantopintatarkastukset koettiin riittäviksi. 421-virheiden ennaltaehkäisemiseksi vihi- ja lavettiramppien muovipintojen tarkastukset tullaan lisäämään käyttäjäkierroskäytäntöihin alueen vuorotajille. Kun kuljetusvirheiden kehitys on saatu vakiinnutettua hyvälle tasolle, kuljetus- ja lähetyalueen päivätyönjohtaja seuraa jatkossa viikoittain 420-virheiden kehitystä ja raportoi alueen käyttöinsinöörille edellisen viikon poikkeamista ja tilastopiikeistä. Raportissa päivätyönjohtaja pyrkii avaamaan poikkeamien syitä, jos ne ovat tiedossa. Raportissa tulee käydä ilmi onko tilastopiikin aiheuttanut yksittäinen iso romutus vai useita pienempiä.

Pinnantarkastuksen ja kuljetus- ja lähetyalueen yhteistyötä olisi mielestäni lisättävä ja molemmiin puolista keskustelua pidettävä yllä, jotta pienempiinkin poikkeamiin olisi helpompi kiinnittää huomiota sekä ymmärrystä virheistä ja virheiden synnystä saataisiin kasvatettua puolin ja toisin. Nosturikuljettajien, muun käyttöhenkilöstön ja kunnossapidon olisi ilmoitettava jatkossakin nostureissa havaituista poikkeamista kuljetus- ja lähetyalueen työnjohdolle, jotta laadullisiin seikkoihin voitaisiin reagoida ja nopeammin ja jotta ymmärrettäisiin mistä tilastopiikit johtuvat. Ilmoitusmenettelyt toimivat mielestäni tällä hetkellä hyvin, mutta lisäinformoinnista ei ole ainakaan haittaa. Koska pinnantarkastus on leikkauslinjoilla täysin mekaanista työtä, vuoro- ja linjakohtaisia eroja virheiden tunnistamisessa ja merkitsemisessä tekemieni haastattelujen perusteella on. Lisäksi eroja voi olla siinä kuinka paljon yksittäisestä rullasta romutetaan kyseiselle virheelle. Nämä kaikki lisäävät kuljetusvirheiden romutusmääriä. Sataman sekä rullakuljetusurakoitsijan henkilöstöä olisi tärkeää tiedottaa laatuasioista ja vaivaton keskusteluyhteys

myös heidän välillä luotava. Näiden sidosryhmien olisi myös tärkeää voida raportoida itse havaitsemistaan laatueroista.

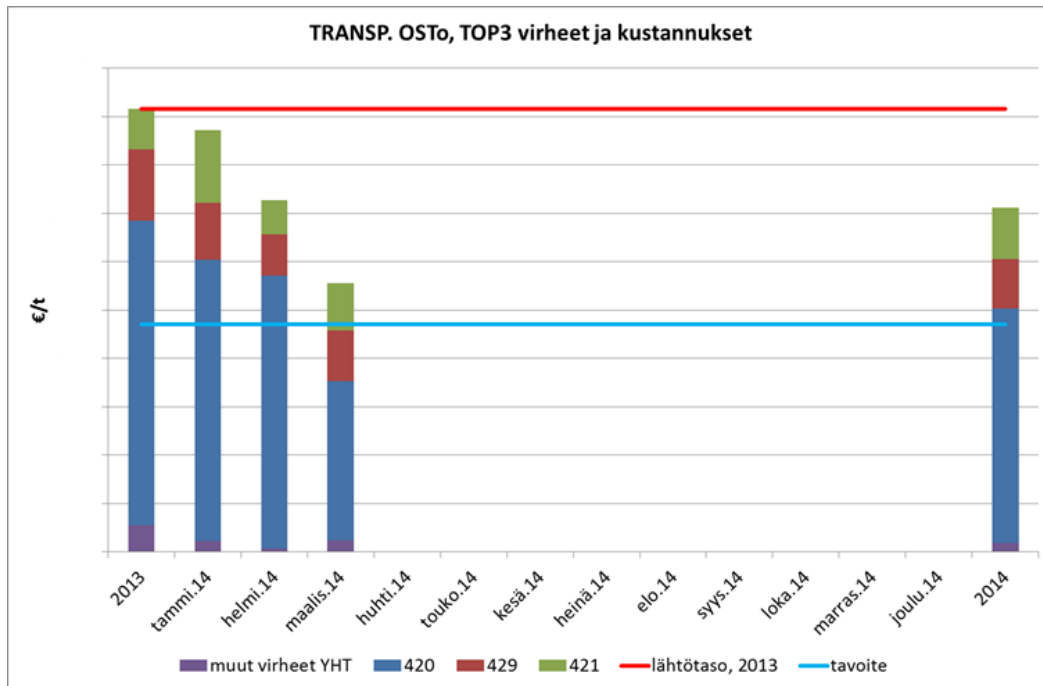
Lisäkoulutusta kuljetusvirheiden merkitäntätapojen yhtenäistämiseen pinnantarkastusorganisaatiossa olisi syytä suunnitella lähitulevaisuudessa. Virhekoodien päivittäminen ja virhetyyppien selkeyttäminen helpottaisi molempien organisaatioiden toimintaa jatkossa. 420- ja 421-virheiden eroja olisi erityisesti tähdennettävä, jotta ulkokehällä näkyviä kypälänjälkiä ei merkattaisi 421-virheenä. Selkeintä olisi eriyttää 420-virhe koskemaan vain kantopinnan aiheuttamia painaumia, oli virhe leikkauslinjoille tullessa sisä- tai ulkokehällä. Reunarutulle olisi mielestäni myös syytä antaa oma virhekoodi. Myös 421- ja 429-virheiden erot tulisi selkeyttää, jotta tulkintaerot minimoitaisiin. Soljenpaineumat tulisi merkata mielestäni kaikki 320-virheeksi, riippumatta onko jäljet täydessä tai osarullassa. Virhekoodien selkeyttäminen auttaisi kuljetus- ja lähetysorganisaatiota kohdistamaan toimenpiteitä nopeammin ongelmakohtiin, kun juurisyyt olisi helpommin tulkittavissa. Esimerkiksi reunaruttu ja kypälänjälki merkataan tällä hetkellä samalla virhekoodilla, mutta vaurioiden juurisyyt ovat täysin erilaiset, vaikka virheiden aiheuttaja on molemmissa tapauksessa nosturi.

Kosteusongelmaan ei toistaiseksi ole löydetty pysyvää ratkaisua, mutta syy, mistä kosteus- ja ruosteongelma johtuu, saatiin selvitettyä. RAP5:n rullien käännön lopettamista tulisi tulevaisuudessa harkita, kun lisätestit antavat varmistuksen sille, että kosteutta esiintyy vain RAP5:n kääntöissä rullissa. Käännön tilalle voitaisiin miettiä jotain toisenlaista suojaa ulkokehälle likaantumisen estämiseksi. Vihi- ja lavettiramppien kuntoon tulisi kiinnittää jatkossa enemmän huomiota, sillä ramppien rikkiäiset muovit voivat aiheuttaa 421-virhettä.

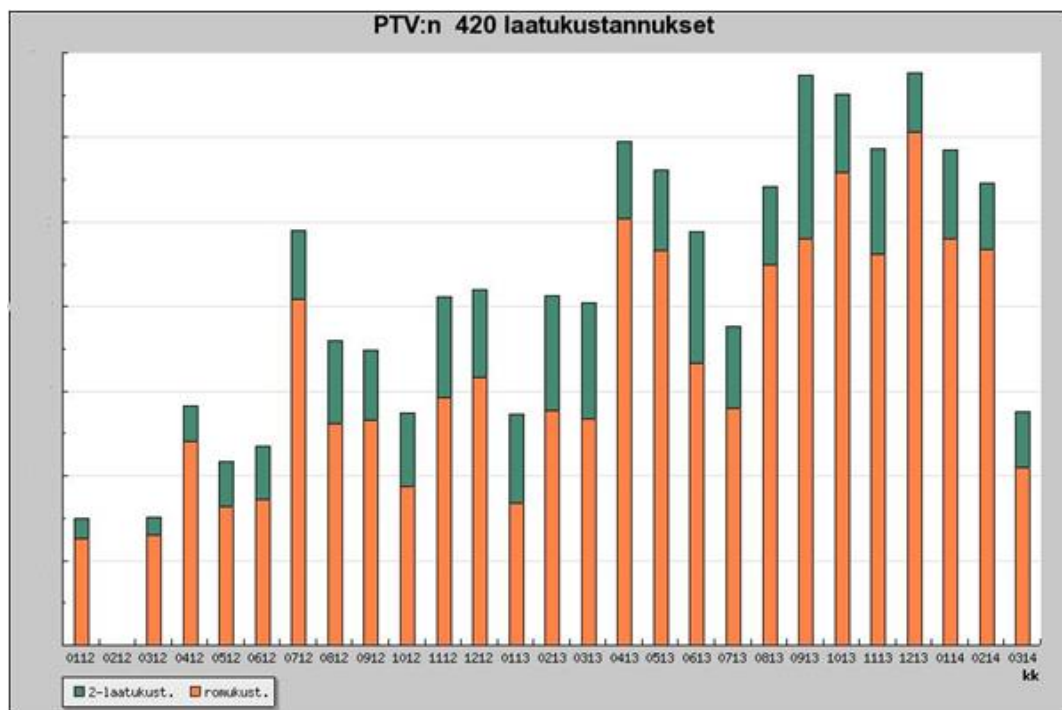
Vaikka työn valmistuminen viivästy alkuperäisestä suunnitelmasta, saatiin aikaan luotettavampia tuloksia sekä enemmän toimenpiteitä kuljetusvirheiden vähentämiseksi. Työn aikana ehdittiin toteuttaa useita merkittäviä toimenpiteitä. Työn päätehtävänä ollut 420-virhemäärien vähentämiseen tähtäävät toimenpiteet saatiin määriteltyä ja tehtyjen toimenpiteiden vaikutuksesta kuljetusvirhemäärät kääntyivät selvään laskuun helmi-

maaliskuun aikana (Taulukot 9 & 10). Loput paikoituskorjaukset on saatettava loppuun lähitulevaisuudessa.

Taulukko 9 Kuljetusvirheiden laatukustannukset 2014 (€/t)



Taulukko 10 Laatukustannukset (420) paikoituskorjausten aloittamisen jälkeen



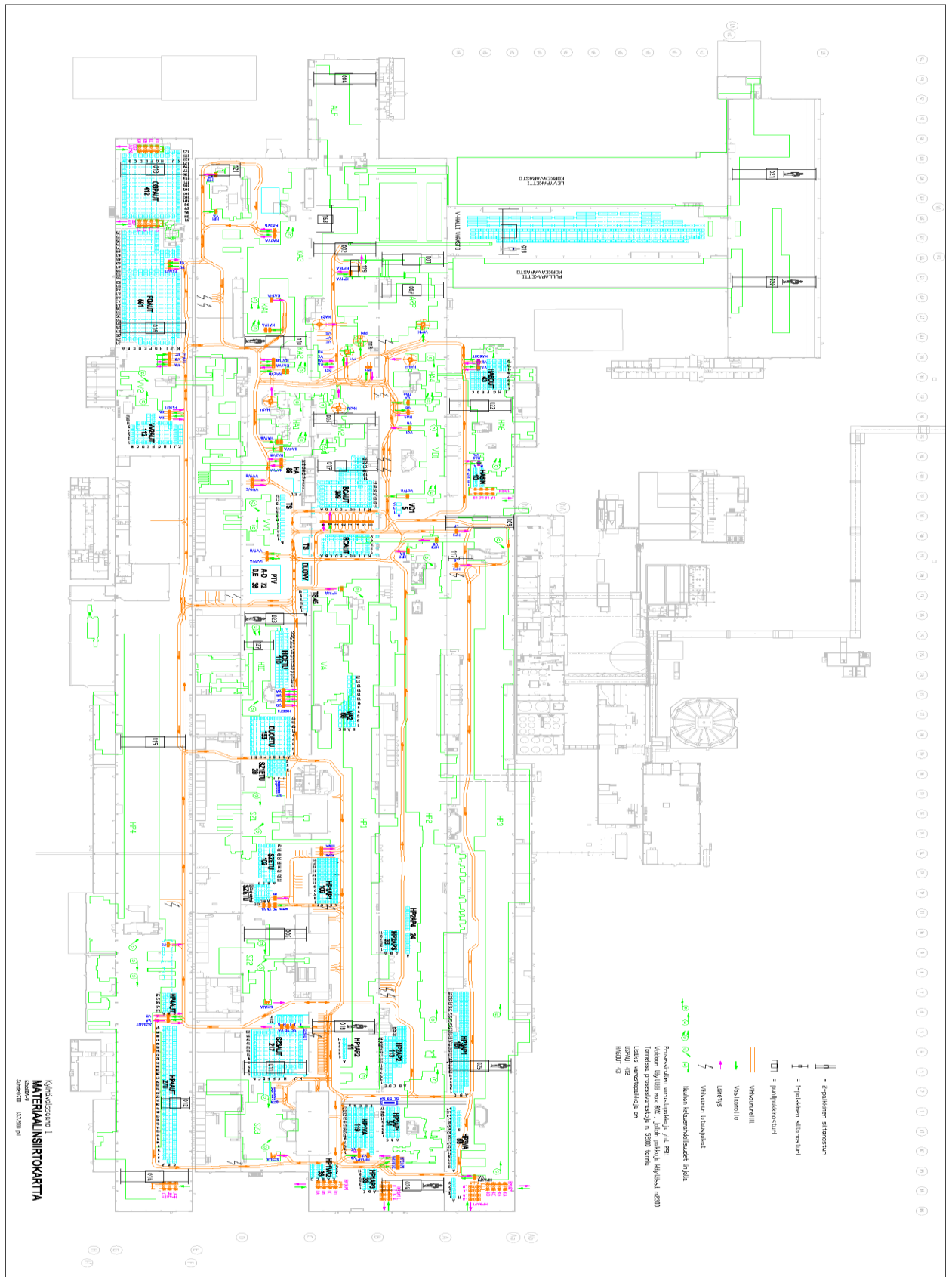
LÄHTEET

- Andersson Paul H & Hiltunen Kirsi & Villanen Hannu 2004. Laatutoiminta suomalaisissa yrityksissä. Kauppa- ja teollisuusministeriön rahoitetut tutkimukset 7/2004.
- Hokkanen, S. & Strömberg, O 2006. Laatuun johtaminen. Jyväskylä: PainoPorras Oy
- Kaakkuriniemi, Raimo 2014. PowerPoint-esitys. Outokumpu.
- Lauerma Aija, 2012, Pinnantarkastus Kylmävalssaamalla, PowerPoint-esitys, Outokumpu.)
- Lecklin, Olli 2006. Laatu yrityksen menestystekijänä. Talentum.
- Outokummun sisäinen intranet, Coldweb. Hakupäivä 3.2.2014
- Outokummun sisäinen intranet, Steelweb. Hakupäivä 3.2.2014
- Outokummun sisäinen intranet. Hakupäivä 13.1.2014
- Outokummun sisäinen intranet. Hakupäivä 8.11.2014
- Outokummun sisäinen intranet, Laatu-käsikirja. Hakupäivä 8.11.2014
- Paukkunen, Heikki 2010. Tutkimus kemiallisista lämpöpakkauksista. Opinnäytetyö. Tampereen ammattikorkeakoulu.
- Rantalankila, Juho 2011. Käyttöasteen nostaminen materiaalihäiriöanalyysin avulla. Opinnäytetyö. Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, Kemi.
- SFS-EN ISO 9000: 2005. Laadunhallintajärjestelmät. Perusteet ja sanasto. Helsinki: SFS.)
- Silén, Timo 2001. Laatu, brandi ja kilpailukyky. Porvoo: WSOY
- Teräksen laadusta vastaa jokainen sen tekijä-PDF. Hakupäivä 6.2.2014. <http://www.teknologiateollisuus.fi>
- Tieteen Kuvalehti nro 13 2001. Ruostumaton teräs voi ruostua. Hakupäivä 1.2.2014. <<http://tieku.fi/kysy-meilta/ruostumaton-teras-voi-ruostua>>)
- Wallén, Kai 2010. Materiaalinsiirto kylmävalssaamoilla ja kehitysmahdollisuudet. Opinnäytetyö. Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, Kemi.




LIITTEET

- Liite 1. Kylmävalssaamon materiaalinsiirtokartta
- Liite 2. Ohje: Nostureiden pihtien kantopintatarkastukset
- Liite 3. Ohje: Nosturin ajoonlähtötarkastus
- Liite 4. Ohje: Tuoterullan eteenpäin toimituskuntoon laitto
- Liite 5. Rullalavettiauto

Liite 1



Liite 2 1(2)

Korttinumero: 3	
 AM-toiminta Siltanosturit	Laite/linja/alue: Siltanosturit/ Kyva Osa: Kantopintojen tarkastus Taajuus: Kerran viikossa Linjan/laitteen tila: Radio-ohjauksella
Toteutus: Tarkasta kantopintojen kuluneisuus. Jos pultit ovat pinnalla tai kantopinnat muuten kuluneet/uraiset tee AM-kuti.	
Kesto: 1 min	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>	

Korttinumero: 7	
 AM-toiminta Siltanosturit	Laite/linja/alue: Siltanosturit/ Kyva Osa: Muovisten kantopintojen kunnon tarkastus Taajuus: Kerran viikossa Linjan/laitteen tila: Radio-ohjauksella
Toteutus: Tarkasta muovisten kantopintojen kunto ja varmista etteivät pultit ole kantopintojen pinnassa. Muoviset osat vaunoituvat helposti. AM-kuti ja muoviosan vaihto tarvittaessa.	
Kesto: 1 min	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>	

Liite 2 2(2)

Korttinumero: 8	
OUTO KUMPU AM-toiminta Siltanosturit	Laite/linja/alue: Siltanosturit/ Kyva Osa: Nosturin pihtien reunojen kunnontarkastus Taajuus: Kerran viikossa Linjan/laitteen tila: Radio-ohjauksella
Toteutus: Tarkasta, että pihtien reunoissa ei ole rullaa vaurioittavia kulumia ja pultit ovat raudan sisäpuolella.	
Kesto: 1 min	
	

Liite 3 Ohje: Nosturin ajonlähtötarkastus

Tarkista ajon aikana nostoköyden kunto.



Huomioi, että lukitussalpa on paikoillaan.



Tarkista pihtien kantopinnan kunto



Liite 4 Ohje, Tuoterullan eteenpäin toimituskuntoon laitto

Tuoterullan eteenpäin toimituskuntoon laitto

Tuoterullan numeron merkkäus, loimien laitto, sisäkehän liimaus, ylimääräisten välipaperien ja pahvien poisto ja sitominen.

Määritellään monellako sitomapangalla kyseessäoleva rulla sidotaan.



Tuoterullan numero merkataan aina pysähtyneeseen rullaan sen valssaimen puoleiseen kylkeen ja päälle.

Huolehdi että rulla kelpaa seuraavaan prosessivaiheeseen.

Poista tursottava välipaperi (Kuva)

Poista sitomapangat lattialta.

Liite 5 Rullalavettiauto

